

1970 – 1990 -LUVUILLA RAKENNETUN
ASUINKERROSTALOKANNAN
VAIPPARAKENTEET

Ongelmat ja korjaaminen

Henna Kärkkäinen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2014

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Teknologia





Tekijä(t) KÄRKKÄINEN, Henna	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 14.04.2014
	Sivumäärä 87	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi 1970 – 1990 -LUVUILLA RAKENNETUN ASUINKERROSTALOKANNAN VAIPPARAKENTEET		
Koulutusohjelma Rakennustekniikka		
Työn ohjaaja(t) KORPINEN, Jussi		
Toimeksiantaja(t) Inmeco Oy Rakennuskonsultit KORHONEN, Pasi, toimitusjohtaja		
Tiivistelmä Opinnäytetyön tilaajana toimi rakennuttamiseen ja valvontaan erikoistunut yritys, Inmeco Oy Rakennuskonsultit. Tavoitteena työssä oli tuoda esille 1970 – 1990 -luvuilla rakennetun asuinkerrostalokantamme tyypillisimpien vaipparakenteiden ongelmia, vaurioitumista sekä korjaustoimenpiteitä. Työ toteutettiin teoreettisena tutkimuksena perustuen alan kirjallisuuteen. Opinnäytetyön toteutus lähti liikenteeseen selvittämällä 1970 – 1990 -luvuilla asuinkerrostaloissa tyypillisimmin käytettyjä rakenteita sekä näille ominaisia vaurioitumismekanismeja. Lisäksi selvitetiin rakenteiden kuntotutkimuksen toteutusta ja merkitystä mahdollisten korjaustoimenpiteiden valinnassa. Viimeisessä vaiheessa ryhdyttiin selvittämään eri rakennekokonaisuuksille sopivia korjaustoimenpiteitä. Työn tuloksina selvisi vaipparakenteiden vaurioiden syntyminen eri tekijöiden aiheuttamana, eri tavoin vaurioituneiden rakenteiden kuntotutkimuksen suorittaminen sekä eri rakenteille soveltuvat korjaustoimenpiteet ja näiden oikeaoppinen toteuttaminen. Kirjallisen tutkimustyön perusteella päädyttiin johtopäätökseen, jonka mukaan 1970 – 1980 -luvuilla rakennetun asuinkerrostalokannan vaipparakenteiden korjaaminen on nykyhetkellä erittäin ajankohtaista, jollei korjaustoimenpiteitä ole jo aiempina vuosina suoritettu. 1990-luvun rakennuskantamme ollessa vielä suhteellisen nuorta on mittavat peruskorjaustoimenpiteet tuon ajan rakennuksissa ajankohtaisempia 2020-luvun alun jälkeen.		
Avainsanat (asiasanat) korjausrakentaminen, peruskorjaus, asuinrakennukset, kuntotutkimus, teoreettinen tutkimus		
Muut tiedot		



Author(s) KÄRKKÄINEN, Henna	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 14042014
	Pages 87	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title SHEATH STRUCTURES IN RESIDENTIAL BUILDINGS BUILT DURING 1970 – 1990		
Degree Programme Civil Engineering		
Tutor(s) KORPINEN, Jussi		
Assigned by Inmeco Oy Rakennuskonsultit KORHONEN, Pasi, CEO		
<p>Abstract</p> <p>The thesis was assigned by a company specialized in construction contracting and supervision, Inmeco Oy Rakennuskonsultit. The aim of the thesis was to report problems, damaging and reparation of sheath structures of residential buildings built during the decades from 1970 to 1990. The thesis was implemented as a theoretical study based on the literature of the construction trade.</p> <p>The implementation of the thesis was started by researching the most typical sheath structures and the characteristic damage mechanisms in those structures. The execution of condition survey and the meaning of the condition survey in the choosing of possible repair actions were also researched. In the last phase, the research of the suitable repair actions for the structures was begun with. As a result, the formation of damages caused by different factors, the execution of condition survey for differently damaged structures as well as the repair actions suitable for different kind of structures and the correct way to execute those repair actions were clarified.</p> <p>According to the conclusion based on the research, the repairing of residential buildings built during 1970 – 1980 is now extremely current if the repair actions have not been executed already in earlier years. The building stock from the 1990s is still relatively young, therefore, as far as buildings from that time are concerned, extensive renewals will become more current after the beginning of 2020s.</p>		
Keywords renovation, residential buildings, condition survey, theoretical study		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT	5
2 RAKENTEET 1970-LUVULLA	6
2.1 Yleistä.....	6
2.2 Runkorakenteet.....	6
2.3 Julkisivurakenteet	7
2.4 Kattorakenteet.....	9
3 RAKENTEET 1980-LUVULLA	9
3.1 Yleistä.....	9
3.2 Runkorakenteet	10
3.3 Julkisivurakenteet	10
3.4 Kattorakenteet.....	12
4 RAKENTEET 1990-LUVULLA	13
4.1 Yleistä.....	13
4.2 Runkorakenteet	13
4.3 Julkisivurakenteet	13
4.4 Kattorakenteet.....	15
5 JULKISIVURAKENTEIDEN ONGELMAT	15
5.1 Yleistä.....	15
5.2 Raudoitteiden korroosio	16
5.3 Betonin karbonatisoituminen.....	17
5.4 Kloridit.....	18
5.5 Pakkasrapautuminen	19
5.6 Alkalikiviainesreaktio.....	20
5.7 Entringiittireaktio.....	20
5.8 Betonin halkeilu ja muodonmuutokset	21
5.9 Kosteusrasitus ja puutteet kosteusteknisessä toimivuudessa.....	21
5.10 Kiinnitysten heikkeneminen	23
5.11 Pintamateriaalien vaurioituminen.....	24
5.12 Mikrobit	24
5.13 PCB- ja lyijy-yhdisteet	25
5.14 Aiemmat korjaustyöt	25
6 IKKUNA- JA OVIRAKENTEIDEN ONGELMAT.....	25

6.1 Yleistä.....	25
6.2 Ikkuna- ja ovirakenteiden vaurioituminen.....	26
6.3 Kosteusrasitus.....	27
6.4 PCB- ja lyijy-yhdisteet	27
7 YLÄPOHJARAKENTEIDEN ONGELMAT.....	27
7.1 Yleistä.....	27
7.2 Puutteet kosteusteknisessä toimivuudessa.....	28
7.3 Pintamateriaalien vaurioituminen.....	28
7.4 Mikrobit ja PAH-yhdisteet	29
7.5 Aiemmat korjaustyöt	29
8 ALAPOHJARAKENTEIDEN ONGELMAT.....	30
8.1 Yleistä.....	30
8.2 Puutteet kosteusteknisessä toimivuudessa.....	30
8.3 Pintamateriaalin vaurioituminen.....	31
8.4 Mikrobit	32
8.5 Aiemmat korjaustyöt	32
9 RAKENNUSTEKNINEN KÄYTTÖIKÄ JA HUOLTOVÄLIT	32
10 ASBESTI.....	33
10.1 Yleistä.....	33
10.2 Asbestikartoitus	33
10.3 Raportointi	34
10.4 Asbestivaaran poistaminen	34
11 KUNTOTUTKIMUS	35
11.1 Yleistä.....	35
11.2 Kuntotutkimuksen suunnittelu.....	36
11.3 Kenttä- ja laboratoriotutkimukset.....	37
11.4 Julkisivurakenteiden tutkiminen.....	38
11.4.1 Kosteusteknisen toimivuuden puutteet	38
11.4.2 Raudoitteiden korroosio.....	38
11.4.3 Betonin rapautuminen	39
11.4.4 Kiinnitysten vauriot	40
11.4.5 Pintamateriaalien vauriot	40
11.4.6 Aiemmat korjaustyöt.....	41

11.4.7 Mikrobit, PCB- ja lyijy-yhdisteet	41
11.4.8 Muita tutkimusmenetelmiä	41
11.5 Ikkuna- ja ovirakenteiden tutkiminen.....	42
11.5.1 Yleistä	42
11.5.2 Ikkuna- ja ovirakenteiden vauriot	42
11.5.3 PCB- ja lyijy-yhdisteet.....	43
11.6 Yläpohjarakenteiden tutkiminen.....	43
11.6.1 Pintamateriaalien vauriot	43
11.6.2 Puutteet kosteusteknisessä toimivuudessa	44
11.6.3 Mikrobit ja PAH-yhdisteet.....	44
11.7 Alapohjarakenteiden tutkiminen.....	44
11.7.1 Yleistä	44
11.7.2 Kosteusrasitus	45
11.7.3 Mikrobit	45
11.8 Tutkimustulosten analysointi.....	46
11.9 Kuntotutkimuksen raportointi.....	47
11.10 Tulosten ja raportin luovuttaminen.....	49
12 JULKISIVURAKENTEIDEN KORJAAMINEN	50
12.1 Yleistä.....	50
12.2 Saumarakenteet.....	50
12.3 Rapautumat ja halkeamat.....	51
12.4 Julkisivun uusiminen	54
12.4.1 Verhouskorjaus	54
12.4.2 Purkavakorjaus.....	55
12.4.3 Eristerappaus	56
12.4.4 Tiiliverhous	59
12.4.5 Kuorielementit	61
12.4.6 Pienelementtiverhous	64
13 IKKUNA- JA OVIRAKENTEIDEN KORJAAMINEN	69
13.1 Pintakäsittelyn korjaus.....	69
13.2 Puuosien korjaus.....	69
13.3 Lasituksen korjaus	70
13.4 Muiden osien korjaus.....	70

13.5 Perusparannus	72
13.5.1 Yleistä	72
13.5.2 Lasityypin vaihto	72
13.5.3 Puitteen lisäys tai vaihto	72
13.5.4 Ikkunoiden uusiminen.....	72
14 YLÄPOHJARAKENTEIDEN KORJAAMINEN	73
14.1 Tasakatot kermikatteella.....	73
14.1.1 Kattokaltevuuksien korjaus.....	74
14.1.2 Sadevesijärjestelmän korjaus	74
14.1.3 Katteen paikallinen korjaus.....	74
14.1.4 Katteen uusiminen	75
14.2 Pulpetti- ja harjakatot peltikatteella.....	76
14.2.1 Katteen paikallinen korjaus.....	76
14.2.2 Katteen uusiminen	77
15 ALAPOHJARAKENTEIDEN KORJAAMINEN	77
15.1 Yleistä.....	77
15.2 Rakenteiden kuivatus.....	78
15.3 Suojaus.....	78
15.4 Rakenteiden purku ja puhdistus.....	79
15.6 Maanvarainen lattia	79
15.8 Kellaritilojen maanpaineseinät	80
15.5 Kosteusteknisen toimivuuden parantaminen	80
16 ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN.....	82
17 YHTEENVETO	83
LÄHTEET	86

1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

Rakennuskantamme vanhetessa korjausrakentaminen muodostuu yhä tärkeämmäksi osaksi rakentamista Suomessa. 1970 – 1990 -luvuilla rakennetun asuinkerrostalokannan ulkopinnoissa on jo silmämääräisesti tarkasteltuna havaittavissa vaurioita, jotka voivat ulottua myös syvemmälle rakenteeseen ja vaatia suurempaa peruskorjausta. Vaurioiden takana voivat olla rakenteelliset puutteet ja virheet, huoltojaksojen huolimaton toteutus ja/tai rakenteiden teknisen käyttöiän saavuttaminen.

Suomen ilmasto aiheuttaa vaipparakenteille rasitteita, joiden voimakkuus riippuu muun muassa ilmansuunnasta sekä rakennuksen sijainnista. Näiden tietojen sekä RT-kortiston tarjoamien ohjeiden perusteella rakennetun kohdekohtaisen huoltokirjan huoltojaksojen noudattamisella on suuri merkitys rakenteiden teknisen käyttöiän saavuttamisessa.

Tässä opinnäytetyssä tarkasteltiin 1970 – 1990 -luvuilla rakennetun asuinkerrostalokannan tyypillisimpiä vaipparakenteita ja niiden vaurioitumistapoja, kuntotutkimuksen vaiheita sekä vaihtoehtoisia korjaustoimenpiteitä.

Vuonna 2013 annettiin uusi asetus koskien rakennuksen energiatehokkuuden parantamista korjaushankkeiden yhteydessä. Tämän asetuksen myötä nykyaikana luvanvaraisten peruskorjaustoimenpiteitä tehtäessä tulevat energiakorjaukset vääjäämättä osaksi projektia. Energiakorjaukset ja energiatehokkuuden parantaminen muodostavat kuitenkin erittäin laajan aihealueen, joka tässä opinnäytetyössä käsiteltiin hyvin lyhyesti vaipparakenteiden korjaustoimenpiteitä koskevan osuuden päätteeksi.

Kirjallisen tutkimustyön tavoitteena oli koota yhteen näiden vuosikymmenien tyypillisimpien vaipparakenteiden ongelmat ja vauriot, kuntotutkimuksen toteutus, eri tilanteisiin sopivat korjausmenetelmät sekä näiden menetelmien oikeaoppinen toteutus.

Opinnäytetyön aihe on muodostunut kiinnostuksesta korjausrakentamiseen sekä opinnoissa että työelämässä. Opinnäytetyön tilaajana toimi vuonna 1987 perustettu rakentamisen ja valvonnan ammattilainen, Inmeco Oy Rakennuskonsultit.

2 RAKENTEET 1970-LUVULLA

2.1 Yleistä

Ihmisten massamuutot maaseudulta kohti kaupunkia aiheuttivat kerrostalorakentamisen vilkastumisen, ja erittäin nopeasti kerrostaloja kohosi etenkin 1970-luvun alkupuoliskolla. Pelkästään ennätysvuonna 1974 Suomeen valmistui 46200 kerrostaloasuntoa. Tuolloin asuntorakentaminen perustui suuriin asuntomääriin ja pyrittiin asuntojen teolliseen sarjatuotantoon, jotta kustannukset saatiin mahdollisimman alas. Tuon ajan asuinkerrostalot siis ovat kovin laatikkomaisia sekä pohjaratkaisuiltaan ja arkkitehtuuriltaan erittäin paljon samankaltaisia. (Neuvonen 2006, 142 – 143.)

1970-luvun loppupuolella kerrostalorakentaminen väheni selkeästi, koska asuntorakentamisen kokonaismäärä laski ja painottui nyt omakoti-, pari- ja rivitalorakentamiseen. Asuinkerrostalojen teollinen sarjatuotanto väheni suuren vastustuksen myötä, ja laadulliset tavoitteet nousivat asuntotuotannon määrällisten tavoitteiden rinnalle. (Neuvonen 2006, 210.)

2.2 Runkorakenteet

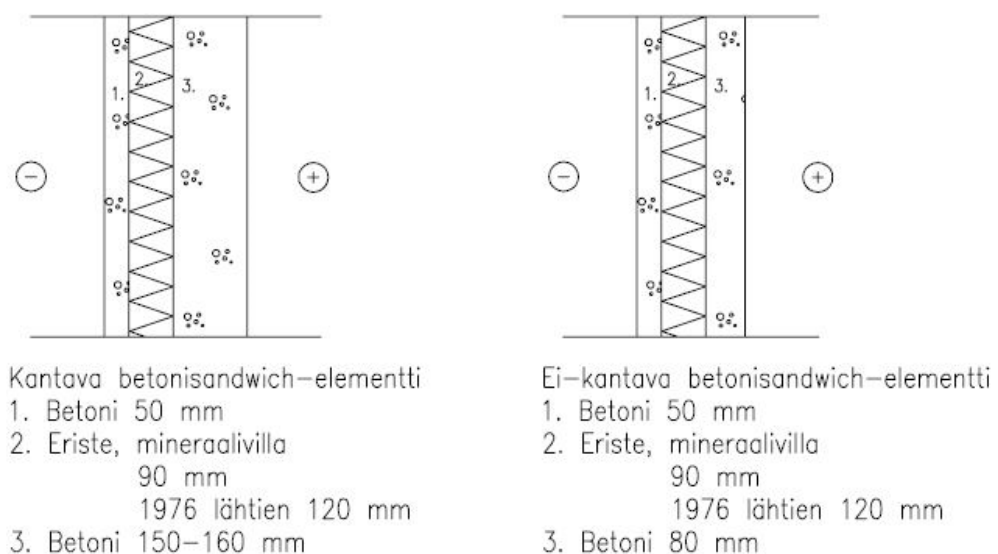
1970-luvun alkupuolella, kun rakentaminen oli suurimmillaan yleisin runkoratkaisu, kirjahyllyrunko, rakennettiin yhdistelemällä paikallavalu- ja elementtirakentamista. Tuon ajan kerrostaloissa kantavat väliseinät rakennettiin paikalla valettuina, ja näitä tarvittiin huoneistoja jakavissa väliseinissä sekä huoneistojen sisäisissä väliseinissä paikalla valettujen massiivisten teräsbetonisten väli- ja yläpohjalaattojen kantavina rakenteina. 1970-luvun alusta lähtien oli tarjolla myös vuonna 1970 julkistetun BES-järjestelmän mukaisia esijännitetyjä U- ja ontelolaattoja, jotka eivät kuitenkaan yleistyneet vielä 1970-luvun alkupuolella. (Neuvonen 2006, 148 – 153.)

Vuodesta 1975 lähtien BES-järjestelmä nousi yleisimmäksi rungon toteutustavaksi kirjahyllyrungon jatkaessa tyypillisimpänä runkoratkaisuna. Nyt kaikki runkoraken-

teet toteutettiin elementeistä. Esijännitetyillä välipohjalaatoilla, ontelo- ja U-laatoilla, päästiin yli 10 metrin jänneväleihin, ja siten kantavia väliseiniä tarvittiin enää pääasiassa huoneistojen välillä. (Neuvonen 2006, 214.)

2.3 Julkisivurakenteet

Rakennusten julkisivuelementit olivat useimmiten betonisandwich-rakenteisia ruu-
tuelementtejä, jotka rakennusten pitkillä sivuilla ei-kantavissa julkisivuissa asennettiin
itsensä kantaen toistensa päälle omille perustuksilleen. Sandwich-elementeissä lämpö-
eristeenä käytetyn mineraalivillan paksuus oli 90 millimetriä vuoteen 1976 saakka,
jolloin eristepaksuus nostettiin 120 millimetriin (ks. kuvio 1). Parvekkeen taustaseinät
toteutettiin useimmiten kevyempinä rakenteina, joissa runko rakennettiin puusta sekä
ulkoverhous pellistä, puusta tai asbestisementtilevystä. (Neuvonen 2006, 151 – 158.)



KUVIO 1. Kantavan ja ei-kantavan sandwich-elementin rakennepaksuudet 1970-luvulla (muokattu Neuvonen 2006, 151).

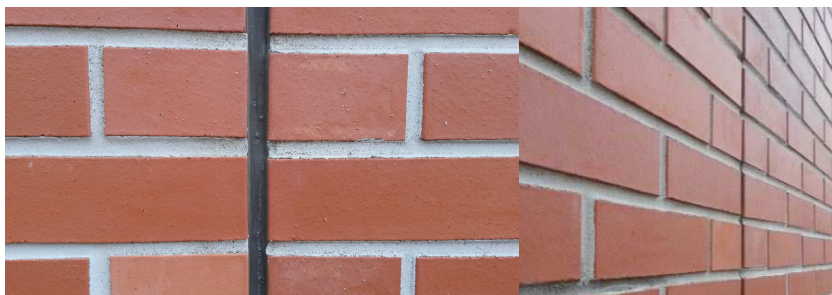
Betonijulkisivurakenteiden kehitystä ohjanneet määräykset eivät tuoneet vielä 1970-luvulla runsaasti muutoksia. Julkisivurakenteiden lujuusluokkana säilyi vuoden 1965

betoninormeissa määrätty K25 ja harjateräksen suojabetonipeitteen paksuus 20 mm.
(Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 12.)

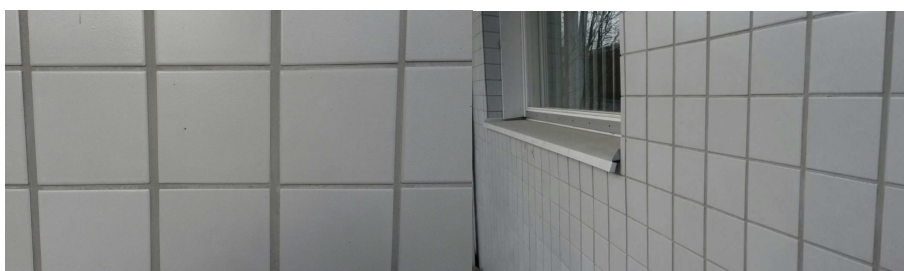
1970-luvun alkupuolella julkisivuissa suosittu pesubetonin (ks. kuvio 2) kysyntä laski huomattavasti vuosien saatossa, ja 1970-luvun lopulla julkisivun pintamateriaalina tiililaatat (ks. kuvio 3) ja keraamiset laatat (klinkkerilaatat) (ks. kuvio 4) nousivat pesubetonin rinnalle (Neuvonen 2006, 220).



KUVIO 2. Pesubetoninen sandwich-elementin ulkokuori.



KUVIO 3. Tiililaattainen sandwich-elementin ulkokuori.



KUVIO 4. Klinkkerilaattainen sandwich-elementin ulkokuori.

Vielä 1970-luvun puoleenväliin saakka ruutuelementin keskellä sijaitseva ikkuna oli neliön tai vaakasuorakaiteen muotoinen yksiruutuinen kaksilasinen puuikkuna. Ikkunapinta-alat huonetta kohden olivat vuoden 1974 energiakriisin jälkeen hyvin rajoitettuja, jotta saatiin minimoitua ikkunoiden heikommasta eristävydestä johtuvaa lämmityskustannusten nousua. Kaksilasisista ikkunoista siirryttiin kolmilasisiin joko MSK- tai MSE-ikkunoihin vuoden 1974 jälkeen. MSK-ikkunat olivat kolmipuitteisia ja MSE-ikkunoissa kaksi sisempää lasia oli korvattu umpiolasilla. (Neuvonen 2006, 171, 223.)

2.4 Kattorakenteet

1960-luvun loppupuolella vaihtelevista kattomuodoista siirryttiin tasakattoon, joka rakennettiin suoraan lämmöneristeen varaan. Lämmöneristeenä käytettiin kevytsoraa, mineraalivillaa tai solumuovia. Vesikatteena tyypillisin materiaali oli kattohuopa, joka suojattiin singelillä. (Neuvonen 2006, 176.)

3 RAKENTEET 1980-LUVULLA

3.1 Yleistä

1960-luvun lopun ja 1970-luvun alussa vallinneen kerrostalorakentamisen korkeasuhdanteen jälkeen rakentaminen väheni, ja 1980-luvulla asunnoista alimmillaan enää yksi kolmasosa sijaitsi kerrostaloissa. 1980-luvun lopulla alkaneen rakentamisen seuraavan korkeasuhdanteen aikana kerrostalorakentamisen määrä kuitenkin lähti jälleen kasvuun, mutta 1970-luvun alkupuoliskon asuntomääriä ei enää saavutettu. (Neuvonen 2006, 210.)

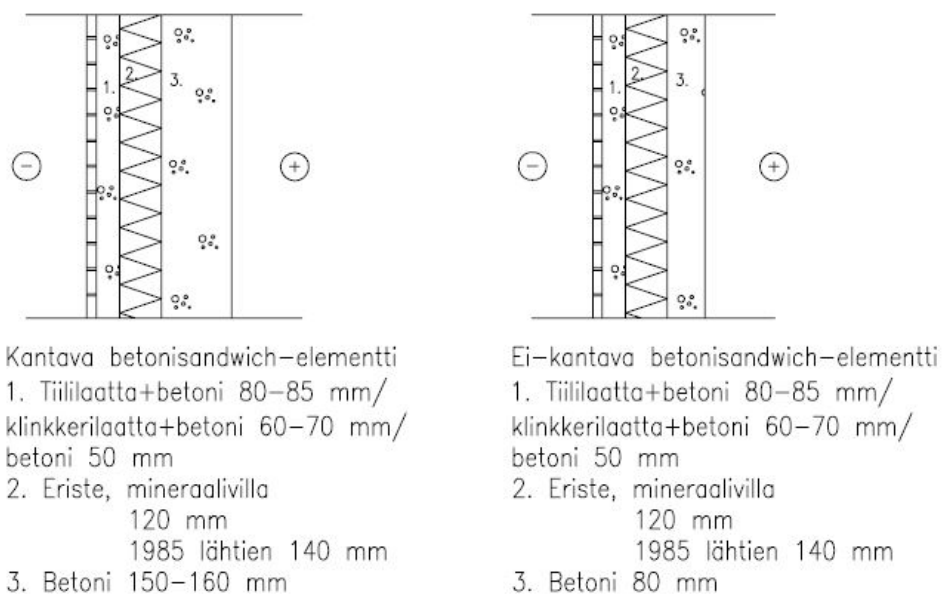
1980-luvulle tultaessa siirryttiin monimuotoisempaan arkkitehtuuriin, muodoilla ja väreillä leikiteltiin ja ikkunoiden kokovalikoimaan tuotiin vaihtelevuutta (Neuvonen 2006, 220).

3.2 Runkorakenteet

Kirjahyllyrunko ja BES-järjestelmä rungon toteutustapana olivat edelleen tyypillisimmät ratkaisut asuinkerrostalorakentamisessa. BES-järjestelmän mukaisen U-laatan valmistus kuitenkin lopetettiin vuonna 1983, ja ontelolaatta jäi yleisimmin käytetyksi väli- ja yläpohjaelementiksi. (Neuvonen 2006, 218.)

3.3 Julkisivurakenteet

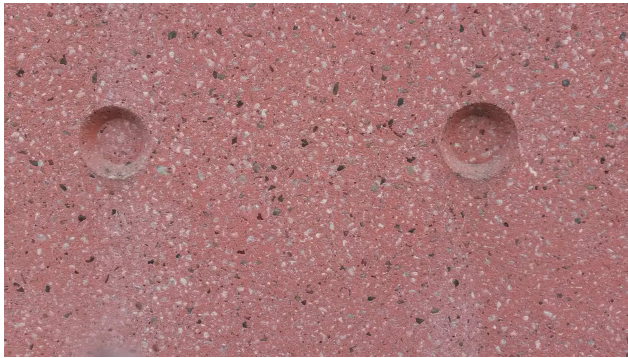
Betonisandwich-elementit kantavissa ja ei-kantavissa julkisivuissa sekä kevyemmät puurunkoiset rakenteet parvekkeiden taustaseinissä olivat edelleen tyypillisimmät valinnat myös 1980-luvulla. Vielä 1980-luvun alkupuolella betonisandwich-elementtien lämmöneristeen paksuus oli 120 millimetriä, mutta vuonna 1985 paksuus nostettiin 140 millimetriin. Kuviossa 5 esitetään 1980-luvulla käytettyjen julkisivuelementtien rakennepaksuudet. (Neuvonen 2006, 214 – 215.)



KUVIO 5. Kantavan ja ei-kantavan sandwichelementin rakennepaksuudet 1980-luvulla (muokattu Neuvonen 2006, 215).

Julkisivubetonin lujuusvaatimus oli pitkälle 1980-lukua vielä K25, mutta vuonna 1989 Betoniyhdistyksen säilyvyysohjeen myötä vaatimukseksi tuli K30. Vuonna 1980 julkaistuissa betoninormeissa esitettiin ensimmäistä kertaa pakkasenkestävyysvaatimus ja ympäristöolosuhteet jaettiin luokkiin. Suojabetonipaksuuden perusarvot määritettiin nyt ympäristöluokkien perusteella ja korjausarvot annettiin sekä positiiviseen että negatiiviseen suuntaan. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 12.)

1980-luvulla sandwich-elementin pintamateriaaliksi nousi pesubetonin sekä tiili- ja klinkkerilaatan rinnalle väribetoni (ks. kuvio 6) ja tiili (ks. kuvio 7), jotka eivät kuitenkaan nousseet tyypillisimpien pintamateriaalien joukkoon (Neuvonen 2006, 220 – 221).



KUVIO 6. Väribetoninen julkisivupinta.



KUVIO 7. Tiilimuurattu julkisivu.

Ikkunat olivat vielä 1970-luvun tapaan keskellä ruutuelementtiä sekä neliön tai vaakasuorakaiteen muotoisia, mutta kokovalikoimaan oli tullut vaihtelevuutta. Ikkunoiden puitteissa ja ulkokarmeissa siirryttiin painekyllästetyn puun käyttöön, ja 1980-luvun loppupuoliskolla ikkunan yläkarmiin asennettiin ulkoilmaventtiileitä ilmanvaihdon tuloilman mahdollistamiseksi. Lisäksi ikkunarakenteiden kehittymisen myötä 1970-luvulla vallinneet ikkunapinta-alarajoitukset jäivät pois. (Neuvonen 2006, 220 – 223.)

3.4 Kattorakenteet

1980-luvun alkupuoliskolla kattomuotona suosittiin edelleen tasakattoa ja vesikatteena kattohuopaa (ks. kuvio 8). 1990-lukua lähestyttäessä tasakaton rinnalle rupesivat yleistymään loivat pulpetti- ja harjakatot. (Neuvonen 2006, 224.)



KUVIO 8. Tasakattoinen asuinkerrostalo.

4 RAKENTEET 1990-LUVULLA

4.1 Yleistä

1980-luvun loppupuolella alkaneen uuden rakentamisen korkeasuhdanteen aikana vuonna 1990 saavutettiin tämän aikakauden huippuvuosi. Tuona vuonna kerrostaloasuntoja rakennettiin 21000 kappaletta, joka kuitenkin on vain alle puolet vuoden 1974 määrästä. Tämän korkeasuhdannekauden jälkeen maahan iski pitkä lamakausi, ja rakentaminen väheni jälleen. Vuonna 1996 asuntoja valmistui kerrostaloihin enää 10000 kappaletta, mutta lamakauden hellittäessä kerrostalorakentamisen määrä lähti jälleen nousemaan, ja vuosikymmenen lopulla kerrostaloasuntotuotannon osuus kaikesta asuntotuotannosta nousi lähes puoleen. (Neuvonen 2006, 210.)

4.2 Runkorakenteet

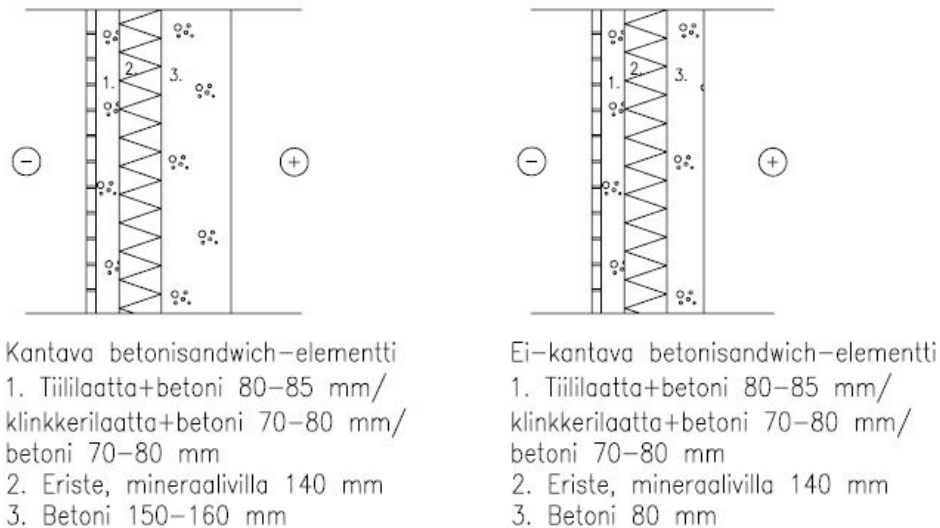
BES-tekniikan mukainen täyselementtirakentaminen säilytti edelleen suosionsa yleisimpänä rungon toteutustapana, ja kirjahyllyrunko säilyi tyypillisimpänä runkoratkaisuna (Neuvonen 2006, 214 – 215).

Vielä 1990-luvun alkupuoliskolla yleisimmin käytetyn välipohjarakenteen, esijännitetyn ontelolaatan, paksuus oli 265 mm, mutta vuosikymmenen puolivälissä yleistyi 320 mm paksu ontelolaatta. Näin saatiin ontelolaatalle paremmat ääneneristysominaisuudet, ja kylpyhuoneiden lattia oli nyt helpompi rakentaa samaan tasoon asuinhuoneiston muiden lattioiden kanssa. (Neuvonen 2006, 218.)

4.3 Julkisivurakenteet

Runkoratkaisujen lisäksi suosionsa säilyttivät rakennusten julkisivurakenteet, sandwich-elementit. Julkisivuelementtien eristepaksuudessa ei tapahtunut muutoksia ennen 2000-lukua, mutta ulkokuoren paksuutta vahvistettiin käytettäessä betoni- tai klinkke-

riilaattapintaa. Kuviossa 9 esitetään sandwich-elementtien rakennepaksuudet 1990-luvulla. (Neuvonen 2006, 214 – 215.)



KUVIO 9. Kantavan ja ei-kantavan sandwich-elementin rakennepaksuudet 1990-luvulla (muokattu Neuvonen 2006, 215).

Vuonna 1992 Betoniyhdistyksen säilyvyysohjeessa julkisivubetonin lujuusvaatimus nostettiin K45:een, mutta pienemmän lujuusluokan käyttö oli mahdollista käytettäessä suurempaa suojabetonipaksuutta. Vuonna 1993 muun muassa betoninormeissa ja Rakennusmääräyskokoelmassa betonin minimilujuusvaatimukseksi määritettiin K40 ja suojabetonipeitteen korjausarvot annettiin enää vain positiiviseen suuntaan paksuuden perusarvon säilyessä edelleen 25 millimetrissä. Vuoden 1965 betoninormien määrittämä betonin kiihdyttimen, kalsiumkloridin, pitoisuus sementin painosta pudotettiin 2 %:sta 0,2 %:iin Betoniyhdistyksen säilyvyysohjeessa vuonna 1992. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 12 – 13.)

Betonielementtitekniikka oli 1990-luvulle tultaessa kehittynyt niin, että elementtien aukotusmahdollisuudet olivat paremmat. Nyt ikkunoita ei enää aina tarvinnut sijoittaa elementin keskelle. 1990-luvun aikana puualumiini-ikkunat yleistyivät ja kokopuisista ikkunoista luovuttiin. Puualumiini-ikkunoissa ulkopuite ja karmin ulko-osat olivat alumiinia. (Neuvonen 2006, 220 – 223.)

4.4 Kattorakenteet

1990-luvulle tultaessa loivat pulpetti- ja harjakatot (ks. kuvio 10) syrjäyttivät tasakaton yleisimpänä vesikattomuotona sekä pelti katemateriaalina kattuhuovan (Neuvonen 2006, 224).



KUVIO 10. Vasemmalla pulpettikattoinen ja oikealla harjakattoinen asuinkerrostalo.

5 JULKISIVURAKENTEIDEN ONGELMAT

5.1 Yleistä

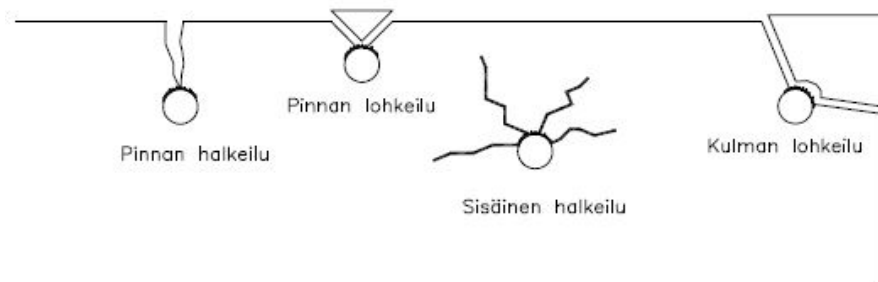
Julkisivurakenteisiin kohdistuu säästä johtuvia rasitustekijöitä kuten lämpö, kosteus, tuuli ja pakkanen. Näiden rasitustekijöiden aiheuttamien vaurioiden laajuus, syvyys sekä etenemisnopeus vaihtelevat muun muassa riippuen rakennuksen sijainnista ja ympäristöstä sekä rakenneosan sijainnista korkeuden suhteen ja ilmansuunnasta. Vaurion laajetessa aiheutuu sekä rakenteen toiminnallisia ongelmia että turvallisuusriskejä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 18.)

1970 – 1990-luvuille tyypillisissä betonijulkisivuissa merkittävimpiä vaurioita aiheuttavia turmeltumisilmiöitä ovat betonin pakkasrapautuminen sekä raudotteiden korrosio. Edellä mainittujen turmeltumisilmiöiden lisäksi yleisiä turmeltumisilmiöitä ovat myös pintamateriaalien vauriot, halkeilu, muodonmuutokset sekä kiinnitysten, kannatusten ja sidontojen vaurioitumiset. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 18.)

5.2 Raudotteiden korrosio

Betoni suojaa betoniteräksiä korroosiolta periaatteessa kahdella tavalla. Betonin korkean alkalisuuden vuoksi teräksen pinnalle kehittyy ohut suojaava oksidikerros, joka estää sähkökemiallisen korroosion. Lisäksi paksu ja tiivis betonikerros teräksen ympärillä estää esimerkiksi happojen ja kloridin pääsyn teräkseen saakka. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 18.)

Korroosion käynnistymisvaiheessa betonin suojaava vaikutus menetetään betonin karbonatisoitumisen tai betonissa olevan kloridin vuoksi. Korroosion voi havaita betonipinnan halkeiluna ja lohkeilemisena (ks. kuvio 11), sillä korroosion aikana teräksen pinnasta liukenee materiaalia muodostaen korroosiotuotteita, jotka vaativat suuremman tilavuuden alkuperäiseen teräkseen nähden. Korroosion aikana teräksestä liukeneva materiaali pienentää teräksen poikkileikkausalaa sekä näin ollen heikentää koko rakenteen kantavuutta. Kuviossa 12 näkyy rapautuneen betonin alta korroosiosta kärsivä raudote. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 18 – 19.)



KUVIO 11. Teräsbetonirakenteissa ilmeneviä korroosion aiheuttamia vaurioita (muokattu Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 22).



KUVIO 12. Rapautuneen betonin alta näkyvä korroosiosta kärsivä raudoite.

5.3 Betonin karbonatisoituminen

Karbonatisoitumiseksi sanottujen betonin neutraloitumisreaktioiden tapahtuessa betonin huokosveden pH-arvo laskee ja ilman hiilidioksidi tunkeutuu betoniin. Hiilidioksidin tunkeutumisenopeuteen vaikuttavat betonin huokosrakenne ja kosteuspitoisuus. Huokosverkoston täytyessä vedellä hiilidioksidin tunkeutuminen vähenee ja toisaalta hyvin kuivassa rakenteessa karbonatisoituminen pysähtyy, sillä reaktio voi tapahtua vain vesiliuoksessa. Karbonatisoituminen voi myös tiiviissä rakenteessa lähes koko-

naan pysähtyä, sillä karbonatisoituminen etenee betonin pinnasta kohti eristekerrosta ja yhä syvemmälle edetessä hiilidioksidin pääsy karbonatisoitumisvyöhykkeelle hankaloituu karbonatisoitumisnopeuden hidastuessa koko ajan. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 22 – 23.)

Karbonatisoitumisesta johtuvassa korroosiossa korroosiotuotteet eivät helposti liukene betonin huokosveteen, jolloin betonin alla tapahtuvasta tilavuudenmuutoksesta aiheutuvat betonin halkeilu ja lohkeilu voivat jo aikaisessa vaiheessa paljastaa terästen korroosion. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 25.)

5.4 Kloridit

Mikäli teräksiä ympäröivässä betonissa on riittävän korkea kloridipitoisuus, voi terästen korroosio alkaa myös karbonatisoitumattomassa betonissa. Vielä 1990 -luvun alussa betonin kiihdyttimenä käytetyn kalsiumkloridin pitoisuus sementinpainosta sai olla jopa 2 %, joten kloridin pitoisuus betonissa useimmiten jäi liian korkeaksi. Kiihdyttimen mukana tulleen kloridin lisäksi betoniin voi päästä kloridia esimerkiksi jäänsulatusuoloista tai rannikkoalueilla merivedestä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 25.)

Karbonatisoitumisesta aiheutuvalle korroosiolle vastakohtaisesti kloridikorroosio tapahtuu pistemäisesti ja nopeasti. Erittäin voimakasta kloridikorroosio on, mikäli kloridit ovat päässeet tunkeutumaan jo kovettuneen betonin sisään. Karbonatisoituminen kiihdyttää kloridikorroosiota vapauttaen sementtikiveen sitoutunutta kloridia. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 25.)

Kloridikorroosio voi edetä pitkälle ennen betonipinnassa näkyviä paljastavia vaurioita, sillä karbonatisoitumiskorroosioon nähden kloridikorroosion korroosiotuotteet ovat liukoisempia betonin huokosveteen ja tilavuuden muutos näin ollen on huomattavasti pienempi (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 25).

5.5 Pakkasrapautuminen

Betonin huokosveden jääymislaajeneminen ja tilavuuden kasvu jälkikäteen jälleen lämpötilan noustessa aiheuttavat paineen, jonka seurauksena tapahtuu pakkasrapautuminen. Jotta betoni ei vaurioituisi huokosveden jäätyessä, on betonissa oltava lisähuokostusaineella saatu riittävän tiheä suojahuokostus. Suojahuokokset eivät täyty vedellä kapillaarisesti, mutta jään sulaessa laajeneva vesi voi tunkeutua näihin huokosiin estäen paineen nousun. 1970-luvun puolivälin jälkeen julkisivurakenteisiin on tuotu systemaattinen lisähuokostus, mutta vasta 1980-luvun puolelta alkaen lisähuokostus on ollut riittävää. Pakkaskestävyyteen vaikuttaa myös betonin tiiviys eli lujuus. Tiiviin betonin kyky imeä vettä on pienempi ja hitaampi, joten betonin huokosissa olevan veden määrä on pienempi. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 29 – 31.)

Pakkasrasituksen aiheuttamat vauriot ilmenevät ensin säröilyinä, joka heikentää betonin lujuutta, ja vesi pääsee tunkeutumaan betonin sisään nopeammin. Rasituksen jatkuessa betoni rapautuu, mikä pitkälle edenneenä aiheuttaa pinnan halkeilua, elementtien kaareutumista sekä betonin lohkeilua. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 32.)

Pakkasrapautumisen aiheuttama halkeilu on hyvin samankaltainen alkalikiviainesreaktion aiheuttamaan halkeiluun verrattuna, ja nämä esiintyvätkin usein samanaikaisesti. Pakkasrapautumisesta aiheutuneen halkeaman rakenne on voimakkainta ulkopinnan lähellä ja heikkenee syvemmälle rakenteeseen mentäessä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 35.)

Tyypillisimmät pakkasrapautumisesta kärsivät julkisivurakenteet ovat pesubetoni- ja klinkkerilaattapintaiset elementit, joissa pakkaskestävyys on jäänyt eniten puutteelliseksi (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 37).

5.6 Alkalikiviainesreaktio

Mikäli sementti sisältää runsaasti alkaleja, kiviaineksessa on huonosti alkalisuutta kestäviä mineraaleja ja betonin kosteuspitoisuus on riittävän korkea, on alkalikiviainesreaktio mahdollinen. Alkalikiviainesreaktiossa betonin kiviaineksessa tapahtuu paisumisreaktio, joka voi rapauttaa betonia. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 35.)

Mikäli rakenteessa tapahtuu alkalikiviaines reaktiota, on sen pinta kosteudesta laukas, pinnassa esiintyy epäsäännöllistä verkkohalkeilua ja paisumista sekä halkeamista tunkeutuu ulos geelimäistä reaktiotuotetta. Alkalikiviainesreaktio tapahtuu syvemmällä rakenteessa kuin pakkasrapautuminen, ja halkeilu muodostaa tasaisemman verkoston koko betonirakenteeseen. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 35.)

Suomessa kiviaines on tiivistä ja kestää yleensä hyvin kemiallisia reaktioita, joten alkalikiviainesreaktio on meillä harvinaisempi turmeltumisilmiö. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 35).

5.7 Entringiittireaktio

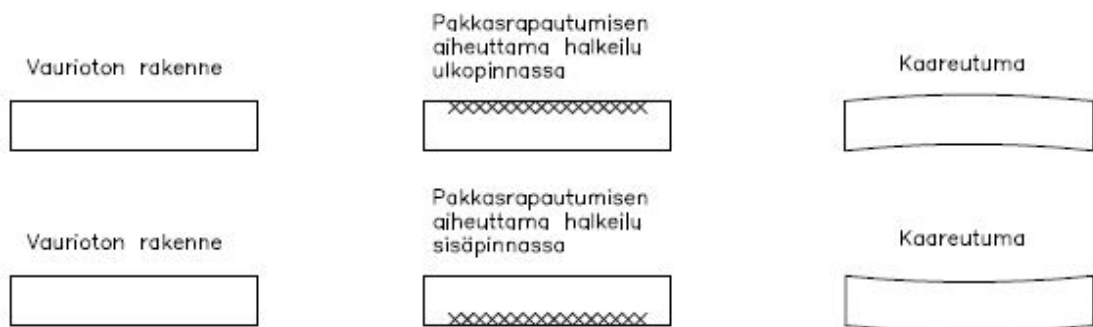
Entringiittimineraali vaikuttaa lyhyessä ajassa betonin lujuuden kehitykseen ja pidemmällä aikavälillä betonin stabiiliuteen. Sulfaattimineraalien kemiallinen reaktio, entringiittireaktio, tapahtuu kovettuneessa sementtikivessä. Reaktion aikana tapahtuu reaktiotuotteiden tilavuuden voimakas kasvu. Liian voimakas lämpökäsittely betonin kovettumisen vaiheessa aiheuttaa häiriöitä sementin kovettumisreaktiossa, ja tämä on useimmiten syynä entringiittireaktioon. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 33.)

Entringiittireaktion seurauksena syntyvä kiinteä entringiittimineraali kiteytyy suojahuokosten seinämiin pienentäen suojahuokosia. Entringiittireaktio voi aiheuttaa betonin rapautumisen heikentäen betonin pakkasenkestävyyttä tai reaktio itsessään voi aiheuttaa betoniin säröjä suojahuokosten täytyessä reaktion aikana aiheutuvasta paineesta. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 34.)

5.8 Betonin halkeilu ja muodonmuutokset

Rapautumisen ja raudotteiden korroosion lisäksi betoniin voi aiheuttaa halkeilua muun muassa plastisen vaiheen ja kovettumisvaiheen kutistumat, kovettuneen betonin kuivumiskutistuma, tukien siirtymät, lämpötilan muutokset sekä rakenteen ulkoinen kuormitus. Halkeilu voi edetessään aiheuttaa esteettisiä ja rakenteellisia haittoja. Halkeamien esteettiset haitat riippuvat esimerkiksi halkeaman leveydestä, näkyvyydestä sekä likaantumisesta. Rakenteellisia haittoja halkeamat aiheuttavat lujuuden heikentymisenä sekä halkeamien kautta pääsevien haitallisten aineiden synnyttämän korroosion myötä heikentyneenä kantavuutena. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 45.)

Julkisivuelementin paksuussuuntaiset muodonmuutokset aiheuttavat elementin kaareutumisen joko vähemmän kutistuvan tai paisuvan pinnan suuntaan (ks. kuvio 13). Sandwich-elementeissä kaareutumista kuitenkin rajoittavat ulkokuoren kiinnittimet, ansaat. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 46.)



KUVIO 13. Pakkasrapautumisen aiheuttamien kaareutumismekanismien periaatekuvat (muokattu Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 46).

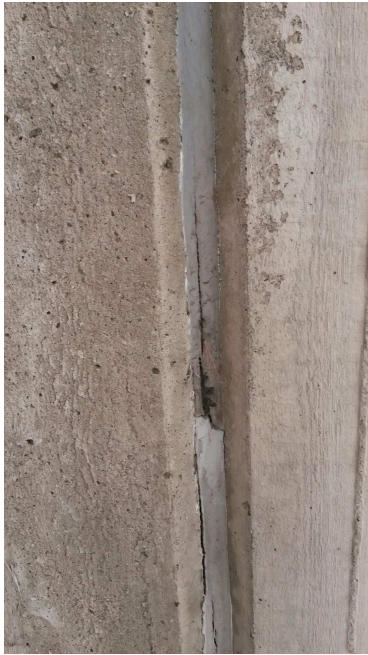
5.9 Kosteusrasitus ja puutteet kosteusteknisessä toimivuudessa

Merkittävimmät kosteusrasituksen lähteet ovat vesi- ja räntäsade sekä ulkoilman kosteus ja ilmasta rakenteen pinnalle tiivistyvä kosteus. Rakennuksen saderasitukseen

vaikuttaa sen sijainti sekä ilmansuunta. Rannikolla sijaitsevissa rakennuksissa sateen aiheuttama rasitus on merkittävästi suurempi kuin sisämaassa, sillä sateiden ja tuulen nopeudesta aiheutuvien viistosateiden määrä on rannikolla korkeampi. Sateet Suomessa tulevat kaakko-länsi-sektorilta, joten tähän ilmansuuntaan suunnattu julkisivu on rasittuneempi verraten muihin ilmansuuntiin. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 18 – 19.)

Rakenteita, joiden tarkoitus on hallita rakennusosien kastumista ja kuivumista ovat muun muassa erilaiset saumat ja liitokset muihin rakenteisiin, rakenteiden tuuletukseen ja eristetilän vedenpoistoon liittyvät rakenteet, pellitykset, räystäsrakenteet sekä pinta- ja pinnoitemateriaalit. Julkisivuissa kosteustekniseen toimivuuteen liittyviä puutteita löytyy useimmiten liitosten tiiviyydestä sekä eristetilöiden vedenpoistosta ja tuuletuksesta. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 38 – 39.)

Saumojen tiiveys on tärkeä osa julkisivurakenteiden kosteusteknistä toimivuutta. Ulkoiset rasitukset, saumausmassan ja itse sauman laatu sekä työolosuhteet vaikuttavat voimakkaasti siihen, miten kestävä lopputulos saavutetaan. Kuviossa 14 näkyy asuin-kerrostalon elementtisauma, jossa on havaittavissa saumausmassan kovettumisesta ja/tai haurastumisesta aiheutuneita vaurioita. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 39.)



KUVIO 14. Elementtisaumassa kovettumisen ja haurastumisen myötä alkavaa vaurioitumista.

Mikäli saumavauriot syntyvät suhteellisen nopeasti, ongelman aiheuttaja löytyy työvirheistä ja huonoista työolosuhteista. Muodonmuutoksiin nähden suunnitellussa liian kapeassa saumassa aiheutuu 5-10 vuoden iässä halkeamia ja yli 15 vuoden ikäisessä saumassa massan kovettumisesta aiheutuu vaurioita. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 39.)

5.10 Kiinnitysten heikkeneminen

1970 – 1990-luvuille tyypillisimmissä julkisivuelementeissä kiinnitykset ovat riskialttiita pääasiassa vain sandwich-elementtien ulkokuorissa, mutta näiden vaurioituminen voi aiheuttaa turvallisuusriskin (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 39 – 40).

Ulkokuoren ruostumattomasta teräksestä tehty kiinnitys voi vaurioitua, mikäli pakkasrapautuminen ulkokuoressa heikentää kiinnikkeiden tartuntaa. Mikäli ruostuvasta teräksestä tehtyjen kiinnikkeiden suojapeitepaksuus ja tiivistyminen ulkokuoreen ovat jääneet vajaiksi, kiinnityksen korroosio voi alkaa eristetilassa tapahtuvan karbonatisoi-

tumisen seurauksena ja joko kiinnitys itsessään tai kiinnikkeen tartunta ulkokuoreen voi heiketä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 39 - 40.)

5.11 Pintamateriaalien vaurioituminen

Julkisivurakenteiden pintatarvikkeita irtoaa lähinnä klinkkerilaattapinnoista muun muassa betonin ja laatan välillä tapahtuvien muodonmuutoseurojen seurauksena tapahtuvasta laatan kiinnityslujuuden ylityksestä, pakkasrapautumisesta tai laatan takana olevan raudoitteen korroosion seurauksena. Tiililaatan tartunta betoniin on yleensä parempi kuin klinkkerilaatan, mutta pakkasrapautumisen vuoksi myös tiililaatan tartunta voi pettää. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 41.)

Tiivis julkisivupinnoite huonokuntoisena saattaa pahentaa rakenteen kosteusrasitusta estämällä vaurioituneista kohdista rakenteeseen päässeen kosteuden nopean kuivumisen (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 45).

5.12 Mikrobit

Haitallisia homeita, mikrosieniin kuuluvia pieneliöitä, muodostuu rakenteisiin pääasiassa kosteusteknisen toimivuuden puutteiden vuoksi (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 48).

Betonirakenteisissa julkisivuissa homekasvustoa esiintyy pääasiassa lämmöneristeen ulkopinnassa. Ilmavirtausten avulla homeitiöt ja aineenvaihduntatuotteet voivat kulkeutua rakenteen läpi esimerkiksi epätiivisiin liitoskohdan kautta huoneilmaan aiheuttaen huoneilmaongelmia. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 48.)

Normaalia suurempi mikrobimäärä huoneilmassa aiheuttaa rakennuksen käyttäjillä muun muassa ihon, silmien ja hengityselimien ärsytystä sekä tulehduksia (RT 80-10712 1999, 2).

5.13 PCB- ja lyijy-yhdisteet

PCB-yhdisteitä ja lyijyä sisältäviä kaksikomponenttisia saumausmassoja on käytetty julkisivuelementtien, ikkunoiden ja ovien saumauksiin. PCB-yhdisteitä lisättiin saumausmassan perusseokseen pehmitteeksi ja pitkäikäisyyden parantamiseksi vielä mahdollisesti vuoteen 1979 saakka. Lyijyä käytettiin perusseokseen työmaalla lisättävässä kovetteessa vuoteen 1989 asti. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 49.)

PCB-yhdisteet ovat rasvaliukoisia ja siten varastoituvat rasvaa sisältäviin kudoksiin ja maksaan. Nämä yhdisteet eivät välittömästi ole juurikaan myrkyllisiä, mutta kuuluvat mahdollisesti syöpää aiheuttavien aineiden luokitukseen sekä pitkäaikaisaltistumisen vaikutukset ovat huomattavia. Lyijyn on tutkittu aiheuttavan erilaisia hermostollisia sairauksia. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 49.)

5.14 Aiemmat korjaustyöt

Aiempien korjaustoimenpiteiden suorittamisessa on voinut tapahtua virheitä esimerkiksi materiaalin ja työtavan valinnassa tai toteutuksessa, mikä pahimmassa tapauksessa on saattanut aiheuttaa kiihtymistä vanhan vaurion etenemisessä. Lisäksi on huomioitava korjausten kestoikä, mikä ei aina ole kymmentäkään vuotta pidempi. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 49.)

6 IKKUNA- JA OVIRAKENTEIDEN ONGELMAT

6.1 Yleistä

Ikkuna- ja ovirakenteita pääasiassa rasittavat auringon lämpö- ja UV-säteily sekä ulko- ja sisäilmasta tuleva kosteus (RT 41-10726 2000, 6).

Kosteuden aiheuttamat rasitukset ovat suuremmillaan rakennuksen etelän ja lännen suuntaisilla seinillä sekä ylimmissä kerroksissa. Seinän ulkopinnan tasossa sekä räystättömillä seinillä sijaitsevat ikkunat ovat myös hyvin alttiita kosteusrasituksen aiheuttamille ongelmille. (RT 41-10726 2000, 7.)

6.2 Ikkuna- ja ovirakenteiden vaurioituminen

Ikkunoiden ja ovien puurakenteiden ja pintakäsittelyn kuntoon vaikuttaa usea eri tekijä. Auringon lämpö- ja UV-säteily sekä ilman epäpuhtaudet aiheuttavat puurakenteisiin ja pintakäsittelyyn halkeilua. Kuviossa 15 näkyy voimakkaasti auringon rasittama ikkunan ulkokarmi, jossa havaittavissa pintakäsittelyn vaurioita. Lämpötilan vaihtelun vaikutuksesta rakenteissa tapahtuu lämpölaajenemista ja muodonmuutoksia. Mekaanista rasitusta rakenteisiin aiheuttaa käyttö, lumen vuoroin tapahtuva sulaminen ja jäätyminen sekä tuuli. (RT 41-10726 2000, 6.)



KUVIO 15. Ikkunan ulkokarmissa auringon säteilyn vaikutuksesta alkanutta pintakäsittelyn vaurioitumista.

Auringon lämpö- ja UV-säteily haurastuttaa lopulta vaurioittaen ovi- ja ikkunarakenteiden tiivisteitä, saumoja sekä kittauksia (RT 41-10726 2000, 6).

6.3 Kosteusrasitus

Auringon vaurioittamien kittausten, tiivisteiden, pintakäsittelyn sekä halkeilleiden puurakenteiden kautta sadevesi ja ilman kosteus pääsevät tunkeutumaan ikkuna- ja ovirakenteisiin aiheuttaen niissä lahoamista (RT 41-10726 2000, 6).

Sadevesi ja ilman kosteus pääsee ikkuna- ja ovirakenteisiin sekä niitä ympäröiviin muihin rakenteisiin vaurioituneiden kittausten ja tiivisteiden lisäksi työ- tai suunniteluvirheiden vuoksi puutteellisten vesipellitusten ja saumojen kautta. Tuuli lisää sadevesien ja lumen tunkeutuvuutta sisälle rakenteisiin. (RT 41-10726 2000, 6.)

6.4 PCB- ja lyijy-yhdisteet

PCB-yhdisteitä ja lyijyä sisältäviä kaksikomponenttisia saumausmassoja on käytetty ikkunoiden ja ovien saumauksiin (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 49).

PCB-yhdisteet luokitellaan aineisiin, jotka mahdollisesti aiheuttavat syöpää, ja pitkäaikaisen altistumisen vaikutukset ovat huomattavia. Lyijy-yhdisteet aiheuttavat erilaisia hermostollisia sairauksia. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 49.)

7 YLÄPOHJARAKENTEIDEN ONGELMAT

7.1 Yleistä

Yläpohjarakenteissa korjaustoimenpiteitä tyypillisimmin aiheuttavat muun muassa kallistusten riittämättömyys, puutteet kattokaivoissa tai läpivienneissä sekä työvirheet ja esimerkiksi lumen luonnista aiheutuva mekaaninen rasitus (RT 85-10738 2000, 4 - 13).

Yläpohjarakenteita rasittava sade on huomattavasti suurempi rannikolla kuin sisämaassa, sillä rannikolla sateiden määrä on selkeästi suurempi (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 19).

7.2 Puutteet kosteusteknisessä toimivuudessa

Kastumiselta yläpohjarakenteita suojaavat ensisijaisesti pintamateriaali sekä eristetilän tuuletus ja vedenpoisto. Katemateriaalin toimivuutta olennaisesti heikentävät riittämättömät kattokallistukset sekä saumojen, räystäsrakenteiden, läpivientien ja ylösnostojen riittämätön tiiviys. Rakenteisiin päässyt vesi aiheuttaa kosteusongelmia toimimattoman tai lähes olemattoman vedenpoiston tai tuuletuksen vuoksi. (RT 85-10738 2000, 3 - 4.)

7.3 Pintamateriaalien vaurioituminen

Kermikatteissa katemateriaalin repeily ja halkeilu aiheutuu useimmiten liian pienistä kallistuksista tai kattokaivoista, jotka ovat joko liian pieniä tai niitä on liian vähän. Tällöin vesi pääsee lammikoitumaan ja jäätyessään rikkomaan katteen. (RT 85-10738 2000, 3 - 4.)

Veden lammikoituminen ja jäätyminen voi aiheuttaa kermikatteeseen vaurioita myös iäkkäämpien kattojen painona ja auringon säteilyn suojana toimivan singelin vuoksi, mikäli veden kulkureitit singelin sisässä kohti syöksytorvia ja kattokaivoja tukkeutuu esimerkiksi siitepölyn ja lehtien vaikutuksesta (Neuvonen 2006, 225).

Peltikatteiden pintavauriot useimmiten johtuvat katolla seisovan veden sekä saumoihin ja liitoksiin kertyvän veden aiheuttamasta korroosiosta, jota lika ja roskat edesauttavat. Varomattoman lumen luonnin ja jään hakkaamisen aiheuttaman mekaanisen rasituksen seurauksena katteeseen voi tulla reikiä. (RT 85-10738 2000, 13.)

7.4 Mikrobit ja PAH-yhdisteet

Kun yläpohjarakenteet eivät kosteusteknisesti ole toimivia puutteiden tai virheiden vuoksi, voi kostuneisiin rakenteisiin muodostua mikrobikasvustoa eli terveydelle haitallista homekasvustoa (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 48).

Epätiivien liitoskohtien kautta homeitiöt sekä aineenvaihduntatuotteet voivat kulkeutua ilmavirtojen mukana huoneilmaan ja aiheuttaa näin huoneilmaongelmia, jotka ilmenevät asukkaiden ja käyttäjien oireiluna. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 48.)

PAH-yhdisteet ovat ilman epäpuhtauksina monimutkaisia voimakkaan hajuisia yhdisteitä, jotka jo pieninä määrinä pitkäaikaisessa altistuksessa voivat aiheuttaa sairauden oireita tai sairastumisen syöpään. PAH-yhdisteitä löytyy pääasiassa vanhoissa bitumi- ja kivihiilitervapohjaisista vesikattojen vedeneristyksestä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 49.)

7.5 Aiemmat korjaustyöt

Aiempien korjaustoimenpiteiden suorittamisessa on voinut tapahtua virheitä esimerkiksi materiaalin ja työtavan valinnassa tai toteutuksessa, mikä pahimmassa tapauksessa on saattanut pahentaa vanhan vaurion tilannetta. Lisäksi on huomioitava korjausten kestoikä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 49.)

8 ALAPOHJARAKENTEIDEN ONGELMAT

8.1 Yleistä

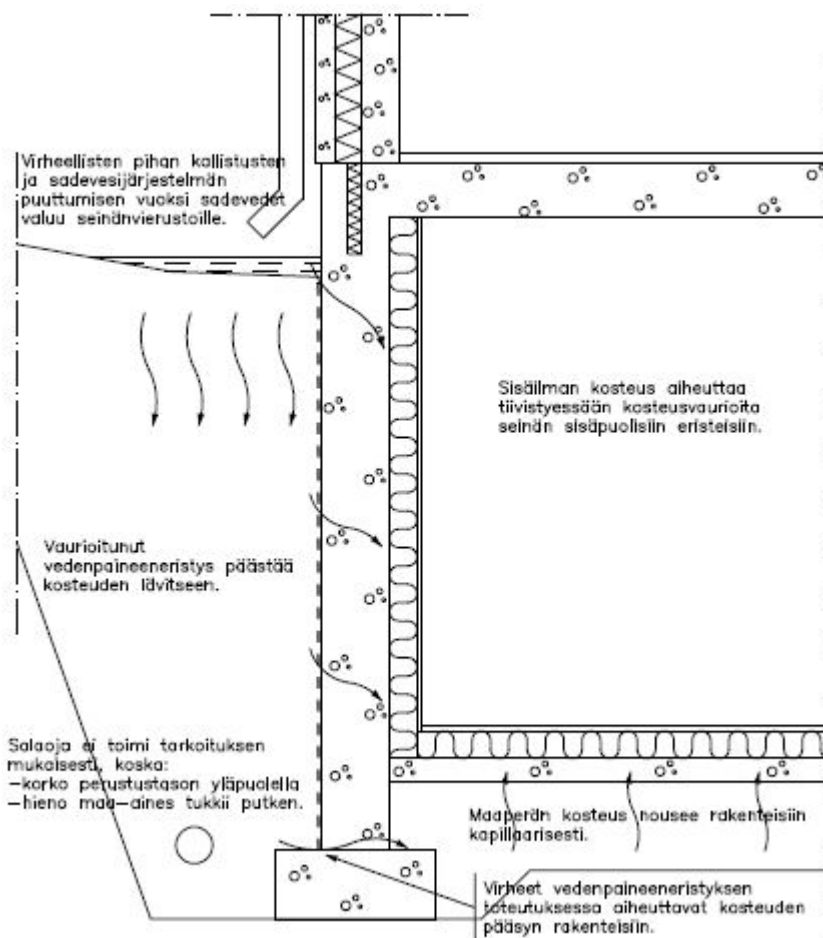
Asuinkerrostalon voimakkaimmin kosteusrasitetut rakenteet sijaitsevat alapohjarakenteissa, sillä maan pinnan alapuolella sisäilmankosteuden ja sadevesien lisäksi rakenteita rasittavat sekä pintavedet että maaperän kosteus (Perustus ja alapohja 2008).

8.2 Puutteet kosteusteknisessä toimivuudessa

Alapohjarakenteita, maanvaraista lattiaa ja kellaritilojen maanpaineeseiniä, pyritään suojaamaan ulkoa tulevan kosteuden aiheuttamilta vaurioilta salaojien, pihan kallistusten, sadevesijärjestelmän, veden- ja vedenpaineeneristyksen sekä täytemaan muodostamalla kokonaisuudella. (RT 80-10712 1999, 5).

Täytemaan liian hieno maa-aines mahdollistaa salaojien tukkeutumisen sekä maaperän kosteuden kapillaarisen nousun perustuksiin, alapohjaan ja seinärakenteisiin. Sadevesijärjestelmän ja pihan kallistusten puutteiden seurauksena sade- ja pintavedet pääsevät valumaan suoraan maan alapuolisten rakenteiden viereen lisäten rakenteiden kosteusrasitusta. Veden-, vedenpaineeneristyksen tai läpivientien tiiveyden pettäessä täytemaassa oleva kosteus tunkeutuu rakenteeseen aiheuttaen kosteusvaurioita. (RT 80-10712 1999, 5.)

Kellaritilojen seinissä on otettava huomioon myös ulkoseinärakenteisiin tunkeutunut kosteus, joka painovoiman myötä laskeutuu alas kohti kellarin maanpaineeseiniä. Lisäksi sisäilman kosteus tiivistyessään seinärakenteisiin aiheuttaa erityisesti sisäpuolisen lämmöneristyksen kosteusvaurioita. Kuviossa 16 havainnollistetaan edellä mainittuja ongelmia alapohjarakenteiden kosteusteknisessä toimivuudessa. (RT 80-10712 1999, 5.)



KUVIO 16. Alapohjarakenteiden kosteusteknisen toimivuuden ongelmia (muokattu RT 80-10712 1996, 5).

8.3 Pintamateriaalin vaurioituminen

Mekaanisen rasituksen, kuten käytön lisäksi alapohjarakenteiden pintamateriaalia vaurioittaa rakenteiden kosteusrasitus. Pintamateriaalin vauriot ja homeen haju useimmiten kertovat rakenteiden kosteusongelmista. (RT 80-10712 1999, 5.)

8.4 Mikrobit

Kosteusteknisten rakenteiden vaurioitumisen, virheiden tai puutteiden seurauksena aiheutuvan kastumisen myötä alapohjarakenteisiin voi muodostua mikrobikasvustoa eli terveydelle haitallista homekasvustoa (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 48).

Kun rakenteiden tiiviys on virheellistä tai puutteellista, voi julkisivu- ja yläpohjarakenteiden tapaan ilmvirtausten mukana rakenteiden läpi päästä homeitiötä ja aineenvaihdunta tuotteita, jolloin rakennuksessa ilmenee huoneilmaongelmia (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 48).

8.5 Aiemmat korjaustyöt

Aiemmat korjaukset ovat mahdollisesti saattaneet jopa pahentaa rakenteissa ilmenneen vaurion tilannetta, mikäli korjaustoimenpiteiden toteutuksessa on tapahtunut virheitä. Jokaisella korjaustoimenpiteellä on myös oma kestoikänsä, joka tulee ottaa huomioon, kun harkitaan uusia korjaustoimenpiteitä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 49.)

9 RAKENNUSTEKNINEN KÄYTTÖIKÄ JA HUOLTOVÄLIT

Rakennuksen ollessa rakennettaessa voimassa olleiden määräysten ja ohjeiden mukainen sekä suunnittelun että toteutuksen puolesta voidaan rakenteiden tekninen käyttöikä saavuttaa. Tähän kuitenkin vaikuttaa merkittävästi kunnossapito- ja huoltotoimenpiteet asianmukainen toteuttaminen kohdekohtaisen huoltokirjan ohjeita noudattaen. (RT 18-10922 2008, 1.)

RT-kortissa *RT 18-10922 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot* (2008, 1) esitetään eri rakenteiden keskimääräiset tekniset käyttöiät, kunnossapitojaksot sekä

huolto- ja hoitovälit, jotka perustuvat käytössä olevaan tietoon ja kokemuksiin. Näitä tietoja voidaan käyttää muun muassa kuntoarvioiden ja -tutkimusten, kunnossapito- ja hankesuunnittelun sekä huoltokirjan laadinnan yhteydessä. Tietojen käytössä on kuitenkin huomioitava kohdekohtaiset rakennustyypit sekä käyttötarkoitus, rakennuksen ja sen osien ikä, huollon merkitys sekä rasitusolosuhteet ja -luokat. (RT 18-10922 2008, 1.)

10 ASBESTI

10.1 Yleistä

Asbesti on terveydelle vaarallinen muun muassa keuhkosairauksia aiheuttava kuitumainen silikaattimineraali, jota on suomessa käytetty pääasiassa 1960 – 1970-luvuilla. Käytännössä asbestin käyttö uustuotannossa loppui 1980-luvun lopulla. Asbestipitoisen rakennusosan valinnan takana on usein ollut nopea asennettavuus, ulkonäkö ja/tai hyvä kestävyys. (RT 08-10521 1993, 2.)

10.2 Asbestikartoitus

Jokaisessa purkutyökohteessa, jossa asbestipitoisia rakennusosia voidaan epäillä olevan, on asbestialan asiantuntijan suoritettava asbestikartoitus. Asbestipitoisia rakennusosia harvemmin löydetään asuinkerrostalojen asuintiloista, mutta talokohtaisissa lämpökeskuksissa ja yleisten tilojen putkieristyksissä asbestia usein esiintyy. Lisäksi asbesti on yleinen materiaali julkisivulevyissä, vesikaton katelevyissä, savuhormilii-toksissa ja saunojen lämpösuojauksissa. (RT 08-10521 1993, 2.)

Asbestikartoituksen tarkoituksena on paikallistaa rakenteista mahdollisesti löytyvät asbestipitoiset materiaalit sekä todeta asbestin määrä ja sen vaarallisuus. Kartoitus on suoritettava aina ennen pölyävän työvaiheen aloitusta. Mikäli asbestihavainto tehdään vasta työn aloituksen jälkeen, on työt keskeytettävä ja saastuneet alueet puhdistettava

erikoismenetelmin sekä työmenetelmissä toteuttava tarvittavat muutokset. (RT 08-10521 1993, 4.)

Suppea asbestikartoitus tulee kyseeseen vain, kun halutaan selvittää asbestin vaikutukset rakennuksen normaalin käytön ja huollon aikana. Perusteellinen asbestikartoitus on suoritettava ennen laajoja peruskorjaustoimenpiteitä. Tällöin on selvitettävä perusteellisesti myös piilossa olevan asbestin sijainti, laatu ja määrä. (RT 08-10521 1993, 4.)

Asbestikartoituksen lähtötietoina käytettävistä työselityksistä, piirustuksista ja muista urakka-asiakirjoista selvitetään mitä materiaaleja rakennustyössä on käytetty ja arvioidaan voivatko nämä materiaalit sisältää asbestia. Näytteiden oton ja tutkimuksen aikana on noudatettava asbestityön vaatimia turvallisuusohjeita sekä mahdollisen asbestipölyn kulkeutuminen muihin tiloihin on estettävä sulkemalla ilmanvaihtolaitteet. Tutkimuksen aikana asbestia sisältävät rakenteet tai rakennusosat on merkittävä sekä tarvittaessa eristettävä. (RT 08-10521 1993, 6.)

10.3 Raportointi

Perusteellisen asbestikartoituksen raportissa kuvataan kartoituksen laajuus sekä selvitetään tutkitut ja tutkimatta jätetyt rakenteet. Tutkituista rakenteista kirjoitetaan luettelot, joista selviää asbestipitoiset materiaalit, riskiryhmittely, asbestilaadut ja -pitoisuudet sekä materiaalit, joissa ei havaittu asbestia. Raportissa selvitetään kartoituksen perusteella tehdyt johtopäätökset kyseeseen tulevista toimenpiteistä sekä niiden kustannuksista annetaan karkeat arviot. Raportoinnin yhteydessä asbestiesiintymät merkitään myös rakennuksen piirustuksiin. (RT 08-10521 1993, 6.)

10.4 Asbestivaaran poistaminen

Asbestin pölyäminen voidaan estää käsittelemällä rakennusosan pinta tai koteloimalla asbestia sisältävä rakennusosa. Pieniä asbestiesiintymiä voidaan poistaa purkupussi-

menetelmällä, mutta suurien esiintymien purkutyötä varten on tila osastoitava. (RT 08-10521 1993, 7.)

Asbestipurku ei saa aiheuttaa vaaraa työn suorittajalle ja muita työalueella liikkuvia on varoitettava asianmukaisilla varoitustauluilla. Vain työsuojeluviranomaisen valtuuttama ammattilainen saa suorittaa asbestipurkutyön, jonka työaika ylittää yhden henkilötyötunnin. Ilman valtuutusta voidaan kuitenkin poistaa kokonaisuudessaan asbestimentistä tehtyjä katto- tai julkisivulevyjä. (RT 08-10521 1993, 7.)

Asbestipurkutyöstä on laadittava työsuunnitelma, joka on vähintään 7 vuorokautta ennen työn aloitusta toimitettava työsuojeluviranomaiselle. Mikäli purkutyöhön ei vaadita työsuojeluviranomaisen valtuutusta, riittää pelkkä asbestityön aloitusilmoitus. (RT 08-10521 1993, 7.)

Asbestijäte kerätään tiiviisiin säiliöihin tai pakkauksiin, jotka puhdistetaan huolellisesti ennen kuin ne tuodaan ulos asbestityöalueelta. Jätepakkausten kyljet on merkittävä näkyvällä tekstillä sekä suomeksi että ruotsiksi. Ennen jätteen poiskuljetusta on otettava selvää mikä jätteenkäsittelylaitos ottaa vastaan asbestijätettä ja ilmoitettava laitoksen hoitajalle saapuvasta jätteestä. Lisäksi kunnalle on ilmoitettava asbestijätteen määrä ja toimituspaikka. (RT 08-10521 1993, 8.)

11 KUNTOTUTKIMUS

11.1 Yleistä

Kuntotutkimuksen pyrkimyksenä on saada tietoa rakenteiden vaurioista, niiden etenemisestä ja aiheuttajasta, jotta voidaan selvittää rakenteiden vaatima korjausajankohda ja korjaustoimenpiteet, jotka ovat teknisesti ja taloudellisesti kannattavimmat (Betoni-julkisivun kuntotutkimus 2013, 50).

11.2 Kuntotutkimuksen suunnittelu

Jokaisen kohderakennuksen kuntotutkimukselle on tehtävä oma sisältö, joka määrittyy kohteen ominaisuuksien ja tutkimuksen tavoitteiden perusteella. Sisällössä tulisi huomioida oleelliset tutkimuskohteet, riittävän laajat ja luotettavat otokset sekä riittävän tarkat menetelmät. Sisältöön vaikuttaa myös resurssit ja rajoitteet, kuten esimerkiksi kustannuskatto sekä maastoesteet. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 66 – 67.)

Rakennuksen ja sen rakenteiden ominaisuudet, kuten rakennetyypit, materiaalit, rasitusolosuhteet sekä jo näkyvien vaurioiden määrät ja sijainnit, pyritään arvioimaan esiselvitysvaiheessa tutkimalla yleisesti rakenteet silmämääräisellä tarkkuudella ja tarkastelemalla rakennuksen alkuperäisiä sekä mahdollisten aiempien korjausten suunnitteluasiakirjoja. Kohteen ominaisuuksia arvioimalla pystytään muodostamaan kuva siitä mitä vauriotyyppejä rakenteissa voi ilmetä ja mikä on niiden merkitys rakenteen toimivuuden ja turvallisuuden suhteen. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 65 – 67.)

Useimmiten kuntotutkimuksen tavoitteet muodostuvat rakenteiden turvallisuuden ja korjaustarpeen selvittämisestä. Näin ollen kuntotutkimuksessa tulee selvittää vaurion tai ongelman ilmenemisen lisäksi sen laajuus, vaurioitumisaste, sijainti, aiheuttaja sekä vaikutukset ja mahdollinen eteneminen. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 66 – 67.)

Kuntotutkimuksen sisältö rakentuu alkaen kohteen rakenteissa mahdollisesti ilmenevistä turmeltumisilmiöistä tai ongelmista, joiden perusteella seuraavaksi valitaan käytettävät tutkimusmenetelmät ja tutkimusten laajuus. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 67.)

11.3 Kenttä- ja laboratoriotutkimukset

Suunnittelutyön jälkeen siirrytään kenttätutkimuksiin, joiden suorittamisessa tulisi edetä aloittaen halvoilla menetelmillä, jolloin kalliiden erikoistutkimusmenetelmien kohdentaminen järkevästi on helpompaa. Tutkimukset on suoritettava riittävän laajoina ja hajautettuina siten, että tulokset voidaan analysoida sekä rakenne- ja elementtityypeittäin että niiden sisällä turmeltumisilmiöittäin. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 68.)

Näytteitä otettaessa on varmistettava, ettei rakenteen kestävyydelle tai kiinnityksille aiheudu vaaraa tai vaurioita. Näytteiden oton jälkeen on myös huolehdittava siitä, että näytteidenottokohdat paikataan huolellisesti, ettei rakenteen rasiustaso nouse. Näytteiden otto ja jälkien paikkaaminen ei saa aiheuttaa rakenteen ulkonäön heikkenemistä enempää kuin välttämätöntä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 119.)

On suositeltavaa, että sekä kenttä- että laboratoriotutkimuksia varten kohteesta otettavat näytteet ottaa kuntotutkija itse, jotta jo näytettä otettaessa voidaan tehdä havainnot rakenteesta ja sen kunnosta (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 118).

Betonirakenteiden kuntotutkimuksissa yleisimmin käytetty näytteenottotapa on timanttiporalla suoritettu lieriöporaus, koska useimmissa tutkimuksissa näytteeksi käy lieriö. Tyypillisimmin näytelieriötä käytetään mm. vetokokeessa ja karbonatisoitumissyvyyden mittauksessa. Lieriöporauksella voidaan myös tarvittaessa avata rakenteita sekä betonin kloridipitoisuus voidaan mitata lieriöstä valmistetusta näytejauheesta, mutta helpompaa näyte on ottaa poravasarella suoraan betonista. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 118.)

Timanttipora tulee kiinnittää rakenteeseen tukevasti, jotta näytekappaleesta saadaan mahdollisimman suora ja eheä. Lieriöporauksesta jää aina pieniä jälkiä rakenteen pintaan mutta, jotta porauksesta aiheutuisi mahdollisimman vähän likaroiskeita, on porauksessa käytettävä porauskaulusta ja vesi-imuria. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 118.)

Lieriöporauksella näytteen ottaminen on melko nopeaa ja porauksen jäljet on helppo paikata. Porausjälkien paikkauksessa oleellista on estää veden pääsy rakenteisiin porareian kautta siten, että paikkauksen ulkonäkö jää siistiksi. Porareikien paikkaaminen onnistuu esimerkiksi sopivalla muovitulpalla ja sen tiivistävällä liimausmassalla tai kuivasullontamenetelmällä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 119.)

Betonista voidaan irrottaa näytekappaleita myös piikkaamalla tai laikalla leikkaamalla, mutta käytännössä tämä menetelmä on harvinainen. Maalista tai saumauksesta saadaan näytteitä kätevästi esimerkiksi puukolla, jolloin voidaan tunnistaa maali sekä määrittää saumauksissa olevien PCB- ja lyijy-yhdisteiden pitoisuuksia. Kuntotutkimuksissa tyypillisesti selvittää myös eristeen kunto ja mikrobipitoisuudet ottamalla näyte eristetilasta. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 118.)

11.4 Julkisivurakenteiden tutkiminen

11.4.1 Kosteusteknisen toimivuuden puutteet

Rakennusten vaipparakenteissa on paljon erilaisia saumoja, ja kattavaa ohjetta niiden kunnon määrittämiseksi ei ole. Saumoja on syytä avata ja tutkimusten avulla selvittää saumojen kuntoa sekä korjattavuutta. Lisäksi tulisi selvittää saumoissa esiintyvien puutteiden ja vaurioiden vaikutusta kosteusrasitukseen. Saumojen vaurioiden tarkka tutkiminen ei useinkaan ole tarpeellinen, mikäli saumat on joka tapauksessa uusittava seuraavan julkisivukorjauksen yhteydessä, mutta vaurioiden aiheuttajat on selvitettävä korjaussuunnittelun lähtötiedoksi uuden saumauksen kestävyys tueksi. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 83 – 84.)

11.4.2 Raudoitteiden korroosio

Kenttä- ja laboratoriotutkimuksin saadaan lisätietoa rakenteessa ilmenevän korroosion laajuudesta ja etenemisestä, syystä sekä vaikutuksista rakenteen toimintaan ja turvallisuuteen. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 77.)

Raudoitteissa ilmenevää korroosiota ja korroosioriskiä tutkitaan auki piikkaamalla sekä ottamalla rakenteesta timanttikoralla useita lieriönäytteitä. Näytteistä selvitetään esimerkiksi betonin karbonatisoitumissyvyyttä ja kloridipitoisuutta sekä raudoitteiden korroosiotilannetta. Auki piikkaamalla voidaan selvittää raudoitteiden suojapeitepak- suus ja eri syvyyksissä olevin raudoitteiden korroosioaste sekä arvioida korroosion aiheuttajaa ja rasisolosuhteita. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 78.)

11.4.3 Betonin rapautuminen

Kenttäkokeilla betonissa ilmenevää alkuvaiheessa olevaa rapautumista ja sen laajuutta voidaan tutkia pistemäisillä vetokokeilla, joiden tulokset ovat luotettavuudeltaan hy- viä, mutta kokeet vaativat suuren työmäärän. Muita säännöllisiä kenttätutkimusmene- telmiä ei betonin rapautumisen tutkimiseksi ole. Pitkälle edenneen rapautumisen ra- pautumistilannetta voidaan kuitenkin määrittää vasaroimalla betonin pintaa raskaalla vasaralla, mutta tämän tutkimusmenetelmän tuloksien luotettavuus on enää kohtalai- nen. Muita tutkimuksia varten rakenteesta irrotettuja näyteliieriöitä silmämääräisesti tutkimalla saadaan myös tietoa rakenteesta ilmenevästä rapautumisesta ja sen laajuu- desta, mutta luotettavuus on tälläkin menetelmällä vain kohtalainen. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 80 – 81.)

Laboratorioissa voidaan tutkia rakenteesta otetuista näytekappaleista mikrorakenne- tutkimuksella betonin pakkasenkestävyyttä sekä rapautumatilannetta. Tutkimustulok- sien luotettavuus on erittäin hyvä, mutta työmäärä erittäin suuri ja tutkimuksen kus- tannukset ovat korkeat. Tutkimustarpeesta riippuen betonin pakkasenkestävyyttä voi- daan tutkia myös jäädytys-sulatuskokeella tai määrittämällä betonin suojahuokossuh- de. Ensin mainitulla voidaan kuitenkin todeta vain onko betoni täysin pakkasenkestä- vää ja jälkeen mainitulla voidaan selvittää onko betonissa selkeästi puutteita lisä- huokostuksessa, mutta pakkasenkestävyydestä ei saada varmoja tuloksia. (Betonijulki- sivun kuntotutkimus 2013, 80 – 81.)

Rapautumisen asteen, laajuuden ja syyn selvittämiseksi suositellaan käytettävän use- ampaa tutkimusmenetelmää riittävän luotettavuuden saavuttamiseksi. Betonin rapau-

tumista useimmiten tutkitaan kolmen tutkimuksen, mikrorakennetutkimuksen, vetokokeiden ja vasaroinnin, yhdistelmällä. Mikrorakennetutkimuksella saadaan tietoa rakenteen rapautumisesta sekä sitä aiheuttavista tekijöistä. Vetokokeilla ja vasaroinnilla saadaan edellä mainittujen tietojen lisäksi selvyyttä rapautumisen laajuuteen. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 80.)

11.4.4 Kiinnitysten vauriot

Kiinnitysten kunnan tutkimisessa on otettava huomioon rakenteen muut turmeltumisolmiöt, jotka voivat vaikuttaa kiinnitysten rakenteelliseen toimintaan (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 82).

Kenttätutkimuksissa kiinnitysten kuntoa voidaan tutkia mm. avaamalla rakenne kiinnityksen kohdalta riittävän useasta kohdasta kiinnitystyyppin ja sen kunnan selvittämiseksi. Avatusta rakenteesta selvitetään korroosion syvyys, jonka avulla voidaan arvioida rakenteen jäljellä olevaa käyttöikää. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 82.)

Kiinnitysosien kuntoa voidaan selvittää myös korjaussuunnittelun aikana koekuormituksilla tai vasta itse korjaustoimenpiteiden aikana. Koekuormitus toteutetaan kuormittamalla rakenne, jonka säärasisus on suurin, esimerkiksi kuivalaastisäkeillä ja tukemalla rakenne hyvin sortumisen varalta. Tätä koetta käytetään vain erityistapauksissa, mutta menetelmällä voidaan saada varmuus rakenteen kantavuudesta ja säästyä rakenteiden avaamiselta. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 82, 122.)

Kiinnitysten kuntotutkimuksesta voidaan myös luopua kokonaan siinä tapauksessa, että lisätuenta voidaan toteuttaa helposti ja pienin kustannuksin, kun kiinnitysten kunto voidaan todeta erittäin huonoksi jo silmämääräisellä tutkimuksella (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 81 – 82).

11.4.5 Pintamateriaalien vauriot

Tartunnalla kiinnittyvien erilaisten laattojen vauriot liittyvät usein näiden irtoamiseen. Vaurioiden laajuutta selvitetään irronneiden laattojen määrän selvityksellä ja koputel-

len selvittäen alustastaan irrallaan olevat laatat. Kiinni olevien laattojen tartuntaa voidaan tutkia myös vetokokeilla ja mikrorakennetutkimuksella. Laattojen irtoamista selvittäessä on myös huomioitava irtoilua aiheuttavat tekijät, kuten korroosio ja rapautuminen laatan alla. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 85.)

11.4.6 Aiemmat korjaustyöt

Aiemmin korjatut rakenneosat tutkitaan useimmiten omana osa-alueenaan jakaen korjatut osat rakenteiden ja rasitusolosuhteiden mukaan (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 87).

Kenttä- ja laboratoriotutkimuksissa korjauksien kestävyyttä ja vaikutuksia voidaan tutkia mm. korjauslaastissa mahdollisesti olevan karbonatisoitumisen syvyyttä mittaamalla, selvittämällä rakenneavauksin korroosiotilannetta sekä uusien kiinnitysten tartuntaa vanhoihin rakenteisiin, korjausmateriaalien rapautumista tai kestävyyttä vasaarimalla, vetokokein tai mikrorakennetutkimuksella (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 87).

11.4.7 Mikrobit, PCB- ja lyijy-yhdisteet

Rakenteissa terveydelle ja ympäristölle vaarallisten aineiden olomassaolo on suositeltavaa tutkia viimeistään korjaussuunnittelun yhteydessä, mutta näytteidenotto on luontevinta suorittaa kuntotutkimuksen yhteydessä. Tarkoilla laboratorioanalyseillä tutkitaan rakenteista otetut näytteet ja tulosten perusteella tehdään johtopäätöksiä koskien näiden aineiden vaikutusta korjausvaihtoehdon valinnassa. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 88.)

11.4.8 Muita tutkimusmenetelmiä

Edellä käsiteltyjen tutkimusmenetelmien lisäksi on käytettävissä muitakin tutkimusmenetelmiä, kuten tähystys, lämpökuvaus sekä kimmovasaramittaus. Nämä menetelmät ovat kuitenkin harvinaisempia sen takia, etteivät ne aina sovellu kohteen tai rakenteen tutkimiseen. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 120.)

Rakenteen sisäosia voidaan tarkastella tähystyksen avulla esimerkiksi porausreiän kautta, mutta tähystin vaatii aina avointa tilaa ympärilleen. Näin ollen tähystämällä voidaan tarkastella esimerkiksi kuorielementin tuuletusraosta kiinnityksiä, mutta tietoa voidaan saada vain lähinnä korroosion olemassaolosta, ei korroosioasteesta. (Betoni-julkisivun kuntotutkimus 2013, 121.)

Lämpökuvausta käytetään vain erityistapauksissa lähinnä ilmapuotokehtien ja ulko-kuoren kiinnitysten paikallistamiseen, jolloin pintalämpötilaltaan eri lämpöiset alueet näkyvät kuvassa esimerkiksi eri väreinä (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 121).

Kimmoasaran toiminta perustuu kovettuneen betonin pinnan kimmoisuuden ja puristuslujuuden väliseen riippuvuuteen. Mittauksen antamat tulokset ovat vain suuntaa-antavia ja niihin tulee suhtautua varauksella. Syvemmällä betonissa oleva rapautuminen saattaa jäädä mittauksessa havaitsematta, sillä mittaus antaa tuloksia pääasiassa pintakerroksesta. Lisäksi tämä mittausmenetelmä sopii vain suhteellisen uuteen betoniin, koska karbonatisoituneen betonin pinnan kimmoisuus muuttuu voimakkaasti. (Betoni-julkisivun kuntotutkimus 2013, 122.)

11.5 Ikkuna- ja ovirakenteiden tutkiminen

11.5.1 Yleistä

Mikäli silmämääräisen tarkastelun perusteella merkittävä määrä ikkunoista tai ovista kaipaa korjaustoimenpiteitä on suositeltavaa suorittaa tarkempi kuntotutkimus muutamalle sellaiselle ikkunalle ja ovelle, joissa tyypillisimmät turmeltumisilmiöt rasittavat rakennetta. (RT 41-10726 2000, 4.)

11.5.2 Ikkuna- ja ovirakenteiden vauriot

Silmämääräisessä tarkastelussa ikkuna- ja ovirakenteissa tulee kiinnittää huomiota pintakäsittelyn ja puuosien vaurioihin, pellitysten ja tiivisteiden toimivuuteen ja tiiviy-

teen sekä saumarakenteiden vedenpitävyyteen ja tuulettavuuteen. Rakenteiden toiminnalliset ominaisuudet kuten lämmöneristävyys on myös huomioitava sekä ikkunoissa lisäksi lasituksen ja helojen kunto ja toimivuus. (RT 41-10726 2000, 4.)

Kuntotutkimus suoritetaan muutamalle merkittävimmin rasitetulle ja vaurioituneella ovelle ja ikkunalle. Rakenteista irrotetaan näytteitä, joille suoritetaan laboratoriotutkimuksia vanhan maalin tyyppin selvittämiseksi. Kun vanha maali on selvitetty, voidaan tehdä päätös vanhan pinnan soveltuvuudesta uuden pinnoitteen alustaksi. Lisäksi on selvitettävä puurakenteiden sisäosien lahovauriot sekä muiden ympäröivien rakenteiden kunto. (RT 41-10726 2000, 4.)

11.5.3 PCB- ja lyijy-yhdisteet

Vaikka ikkunoiden ja ovien saumauksissa käytettyjen terveydelle ja ympäristölle vaarallisten aineiden, PCB- ja lyijy-yhdisteiden, mahdollisen olemassaolon selvittäminen ei ole vielä kuntotutkimuksen yhteydessä pakollista, on näytteet kannattavaa ottaa jo tässä vaiheessa. Näytteet on suositeltavaa tutkia tarkoilla laboratoriotutkimuksilla viimeistään ennen korjaussuunnittelun aloitusta. Kuntotutkimuksen yhteydessä tutkittujen PCB- ja lyijypitoisuustulosten perusteella muodostetaan johtopäätöksiä siitä, miten nämä aineet vaikuttavat korjaustoimenpiteiden valintaan. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 88.)

11.6 Yläpohjarakenteiden tutkiminen

11.6.1 Pintamateriaalien vauriot

Katemateriaalin vaurioitumisen takana voi olla matalat kattokallistukset, puutteet kattokaivoissa sekä mekaaninen rasitus. Vaurioitumisen syitä selvitettyä kattokallistukset vaaitaan ja tarkistetaan, ettei rakenteissa ole painaamia sekä varmistetaan, että riittävän kokoisia kattokaivoja on oikein sijoitettuna. Lisäksi selvitetään onko katemateriaaliin kohdistunut vaurioittavia mekaanisia rasitteita. (RT 85-10738 2000, 3 – 4.)

11.6.2 Puutteet kosteusteknisessä toimivuudessa

Yläpohjarakenteiden kosteusteknisen toimivuuden kannalta vesikatteen ja sen saumojen kunnolla on suuri merkitys. Saumojen kunnan ja niiden korjattavuuden lisäksi on tutkittava niissä olevien vaurioiden merkitystä kosteusrasitusvaikutuksien kannalta. Tärkeää korjaustoimenpiteiden kestävyyyden kannalta on selvittää vaurioita aiheuttavat tekijät. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 83 – 84.)

Kattorakenteissa olevia kosteuseroja ja kostuneita alueita voidaan paikantaa muun muassa infrapunamittauslaitteita, jolloin katemateriaalia ei vaurioiteta. Mikäli yläpohjarakenteista löytyy vuotoja ja kosteita alueita, on rakenteita syytä avata ja tutkia alusrakenteiden kosteuspitoisuutta mittareilla ja näytteiden avulla laboratorioissa. (RT 85-10738 2000, 3.)

11.6.3 Mikrobit ja PAH-yhdisteet

Mikrobien ja PAH-yhdisteiden pitoisuudet yläpohjarakenteista tulee selvittää viimeistään korjaussuunnittelun lähdemateriaaliksi, ja luontevinta näytteet on ottaa jo kuntotutkimuksen yhteydessä. Näytteet tutkitaan tarkoin laboratorioissa analysoimalla ja tutkimustulosten perusteella voidaan muodostaa käsitys siitä, miten näiden aineiden pitoisuudet vaikuttavat korjaustoimenpiteiden valintaan. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 88.)

11.7 Alapohjarakenteiden tutkiminen

11.7.1 Yleistä

Alapohjarakenteiden kuntotutkimus on aiheellinen, kun sisätiloissa havaittu haju, käyttäjien oireilu ja mikrobitutkimukset viittaavat kosteusvaurioihin. Tutkimukset voivat vaurioiden syyn selvittämiseksi olla hyvinkin laajoja. (RT 80-10712 1999, 2.)

Kuntotutkimus etenee vaiheittain tutkimusmenetelmä kerrallaan, jolloin edellisen vaiheen tuloksien perusteella valitaan seuraavan vaiheen jatkotutkimukset (RT 80-10712 1999, 2).

11.7.2 Kosteusrasitus

Alapohjarakenteiden kosteusrasitusta tutkitaan toteuttamalla mittauksia sekä rakenteiden pinnalla että sisällä. Tarvittaessa rakenteita avataan sekä suoritetaan endoskooppitutkimus ja otetaan rakennenäytteitä. (Perusperiaatteet 2008.)

Pintakosteusmittaus on vain suuntaa-antava, joten sitä käytetään pääasiassa tutkimuksen alussa selvittäessä alustavasti kosteusvaurioiden laajuutta. Rakenteiden sisältä tapahtuvan mittauksen tavoitteena on arvioida rakenteiden vaurioitumisriskiä. (Kosteusmittaukset 2008.)

Pintakosteusmittauksen ohella rakenteessa olevan kosteuden sijaintia voidaan paikantaa myös pintalämpötilamittauksen avulla etsien kylmäsiltoja sekä lämpövuotoja (RT 80-10712 1999, 3).

Pintamittausten ja vaurioriskiarvioiden perusteella valitaan kohdat, joista rakennetta avataan materiaalista ja rakenteesta otettavaa näytettä varten. Näytteistä tutkitaan laboratorioissa kosteuspitoisuus ja saatujen tulosten perusteella arvioidaan rakenteen sisäosien alttius mikrobi- ja homekasvustolle. (RT 80-10712 1999, 3.)

Avatusta rakenteesta selvitetään myös käytetyt materiaalit ja niiden paksuudet, liitosten toteutustavat sekä rakenteen kunto silmämääräisesti (Rakenteiden avaukset 2008).

11.7.3 Mikrobit

Rakenteista otetaan materiaali- ja pintanäytteet sekä ilmasta ilmanäyte, joista selvitetään tarkoilla laboratorioanalyysillä mikrobikasvuston määrä (RT 80-10712 1999, 2).

Terveydelle haitallisten aineiden olemassa olon lisäksi selvitetään rakennuksen ilmanvaihdon säätö sekä mitataan sisäilman painesuhteet ulkoilman paineeseen verraten, jotta voidaan arvioida epäpuhtauksien kulkeutumista huoneilmaan. Rakennuksessa tulisi ulkoilman paineeseen nähden säilyttää pieni alipaine, mikä toteutetaan ilmanvaihdon avulla. Liian suureksi kasvanut alipaine voi aiheuttaa vuotoja rakenteiden läpi, jolloin rakenteissa olevat terveydelle vaaralliset aineet pääsevät vuotoilman mukana huoneilmaan. Toisaalta liian suuri ylipaine voi aiheuttaa sisäilman kosteuden kulkeutumisen rakenteisiin. (RT 80-10712 1999, 2.)

11.8 Tutkimustulosten analysointi

Kenttä- ja laboratoriotutkimuksia seuraa kuntotutkimukselle yksi vaativimmista ja keskeisimmistä vaiheista; tulosten analysointi. Tulosten analysoinnin tarkoituksena on muokata tutkimuksista saatu tieto johtopäätöksiksi, joista ilmenee arvio rakenteiden korjaustavasta ja -ajankohdasta sekä olemassa olevien vaurioiden lyhyen ja pitkän aikavälin vaikutukset ihmisten turvallisuuteen. Tutkimustuloksiin liittyy aina epävarmuutta, sillä yksittäiset tulokset voivat olla itsessään riittämättömiä, eriasteisesti luotettavia sekä mahdollisesti jopa ristiriidassa keskenään. Tästä syystä johtopäätöksissä on otettava huomioon riittävän suuri turvallisuusmarginaali sekä pyrittävä selvittämään luotettava selitys tulosten ristiriitaisuudelle. Johtopäätöksiä kirjattaessa on tuotava selkeästi esille mahdolliset riskit käsiteltäessä sekä ensisijaisia että vaihtoehtoisia korjaustoimenpiteitä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 123.)

Analysointi etenee tarkastelemalla yhtä rakennetyyppiä ja yhtä tätä koskevaa vaurioitumistapaa kerrallaan keskittyen erityisesti tärkeimpiin vauriotapoihin, kuten kiinnitysten ja kannatusten vaurioihin, korroosioon, betonin rapautumiseen sekä kosteusteknisen toimivuuden puutteisiin. Kyseistä vaurioita koskevien yhteen kerättyjen tietojen ja tutkimustulosten perusteella arvioidaan vauriotavan laajuutta sekä vaurioitumisastetta ja sen sijaintia rakenteen toiminnan suhteen kriittisissä osissa. Lisäksi on tehtävä johtopäätöksiä vaurion aiheuttavista tekijöistä, sen etenemisestä sekä vaikutuksista turvallisuuteen ja korjattavuuteen. Kun nämä vaurion tilaa kuvaavat tiedot on saatu selville, voidaan useimmiten tehdä johtopäätös siitä miten kyseinen vaurioitumisilmiö

vaikuttaa rakenteen korjausajankodan ja -tavan valintaan. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 123 – 125.)

Rakennetyypin kaikkien vaurioitumistapojen yhteisvaikutusta analysoidaan sen jälkeen kun kaikki kyseisen rakennetyypin eri vaurioitumistavat on yksitellen analysoitu. Analysointi on syytä aloittaa rakenteen kunnan kannalta merkittävimmästä vaurioitumisilmiöstä. Monissa tapauksissa toimivaksi tavaksi analysoida vaurioitumisilmiöiden yhteisvaikutusta on osoittautunut seuraavan järjestyksen mukainen analysointi:

1. arvioidaan rakenteen purkuaste
2. arvioidaan tarvitaanko niin sanottua peittäväää korjausta
3. arvioidaan voidaanko rakenne korjata sen alkuperäisen ulkonäön säilyttäen
4. arvioidaan onko kannattavaa jättää rakenne korjaamatta.

Kun kaikkien rakennetyyppien vaurioitumisilmiöiden yhteisvaikutus on tarkasteltu, voidaan siirtyä käsittelemään eri tyyppien muodostamia rakennekokonaisuuksia. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 125 – 127.)

11.9 Kuntotutkimuksen raportointi

Kirjallisen kuntotutkimusraportin tarkoitus on tuoda tilaajan käyttöön tutkimuksessa kertyneet tiedot ja niiden perusteella muodostetut johtopäätökset, jotka vaikuttavat rakennuksen kunnossapitoon tai korjaussuunnitteluun. Raportissa on otettava huomioon rakennusalaan perehtymättömät lukijat, joille johtopäätökset on hyvä selvittää selittävästi sekä tarjota selvitykset vauriomekanismeista ja tutkimusmenetelmistä. Lisäksi on hyvä huomioida se, että kaikille raportin lukijoille tutkimuksen kohde ei ole ennestään tuttu. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 137.)

Tutkimusraportti aloitetaan lyhyellä mielellään noin sivun mittaisella tiivistelmällä, josta tulee esille tilaajan kannalta merkittävimmät tiedot, kuten rakenteiden kunto ja tarpeelliset korjaustoimenpiteet. Tiivistelmän jälkeen raportin alkuun lisätään täydellinen sisällysluettelo sivunumeroineen. Rakennuskohteen tunniste- ja yleistiedot, kuten

nimi ja osoite kirjataan kohteen luonnetta kuvaavaan tekstiin sisällysluettelon jälkeen. Kohteen luonnetta pyritään kuvaamaan kohteen tunnistetietojen yhteydessä, jotta kohdetta tuntemattomat ihmiset pystyvät muodostamaan kuvan kohteesta jo tässä vaiheessa. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 138.)

Kuntotutkimuksen suunnitteluvaiheessa tilaajan kanssa sovitut tavoitteet ja rajaukset kirjataan raporttiin aina, jotta raportin lukija saa käsityksen tutkimustyön sisällöstä. Lisäksi raportin ymmärrettävyys paranee, kun sisältöön liitetään tekstiosuus, jossa kuvataan tutkittuja vaurioita, niiden vaikutuksia sekä sitä miksi niiden tilanne on tärkeää selvittää. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 139.)

Jotta lukija saa selkeän kuvan kuntotutkimuksen sisällöstä ja tarkkuustasosta on raporttiin kirjattava suoritettut toimenpiteet sekä käytetyt tutkimusmenetelmät aloittaen suunnitteluasiakirjojen etsimisestä ja tutkimisesta sekä silmämääräisestä vaurioiden tarkastelusta. Edellä mainittujen lisäksi on käsiteltävä kenttätutkimuksissa käytetyt menetelmät ja laitteet, kentällä tehtyjen tutkimuksien laajuus ja kohdentaminen sekä laboratoriotutkimukset ja niiden laajuus. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 139.)

Useimmiten tutkimusraportin laajimman osuuden muodostaa kaikki korjaustavan valintaan vaikuttavia tutkimustuloksia, havaintoja ja johtopäätöksiä käsittelevä teksti. Tutkimuksessa tehdyt havainnot ja tulokset on hyvä esittää järjestelmällisesti, kuten analysointi, rakennetyyppi ja vaurioitumisilmiö kerrallaan. Johtopäätöksiä esitellessä on suositeltavaa jättää pois rakenteiden kuntoa kuvaavat sanat, kuten tyydyttävä. Parempi vaihtoehto on arvioida tapauskohtaisesti vaurioiden tilaa, korjattavuutta sekä vaikutusta turvallisuuteen ja terveellisyteen. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 139 – 141.)

Kuntotutkimus perustuu pääasiassa näytteidenottoon, joten tuloksissa on lähes aina epävarmuutta, jota raportissa tulee käsitellä. Merkittävän tärkeää on käsitellä selkeästi turvallisuuden sekä terveellisyteen vaikuttavien tulosten luotettavuutta sekä kohteessa ilmeneviä vaaratekijöitä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 141.)

Kuntotutkimusraportin päätteeksi on lopputulos järkevää esittää potentiaalisten korjaustapojen vaihtoehtoina. Vaihtoehtoista on hyvä esittää myös ominaisuuksia, kuten edut ja haitat, odotettava käyttöikä, huollon tarve, suuntaa-antavat keskimääräiset yksikkökustannukset sekä riskit ja epävarmuudet. Korjausvaihtoehtojen lisäksi on hyvä käsitellä vaikutukset, mikäli korjaustoimenpiteisiin päätetään olla ryhtymättä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 141 – 142.)

Mikäli kuntotutkimuksen aikana ilmenee asioita, joiden vuoksi tarvitaan uusia tutkimuksia tai rakenteiden avauksia, joita ei kannata suorittaa kuntotutkimuksen yhteydessä, on näistä lisä- ja jatkotutkimustarpeista syytä mainita tutkimusraportin lopuksi. Lisäselvityksiä voidaan tarvita myös siirrettäessä korjaustoimenpiteitä myöhemmäksi tai ennen seuraavaa korjaustoimenpidettä. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 142.)

Raportin liitteiksi kannattaa sijoittaa mahdollisimman suuri osa mittaustuloksista, mikäli halutaan lyhentää ja selkeyttää varsinaista tekstiosuutta. Mittaustuloksien lisäksi liitteisiin kannattaa sijoittaa näytteenottokartat, laboratoriotutkimusten tutkimusselostukset, tärkeimpiä rakennepiirustuksia ja valokuvia. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 142.)

11.10 Tulosten ja raportin luovuttaminen

Kuntotutkimuksen suorittajan on suositeltavaa esitellä työn sisältöä ja tuloksia tilaajalle erikseen järjestettävässä tilaisuudessa. Näin tilaaja saa huomattavasti selkeämmän käsityksen tutkimuksen sisällöstä sekä merkityksestä ja eri seikkojen tärkeydestä. Tilaisuudessa kuntotutkija voi myös esityksellään varmistaa, ettei tutkimustuloksista tehdä vääriä johtopäätöksiä. Mikäli korjaussuunnittelu siirtyy eri toteuttajalle, on kuntotutkijan vähintään konsultoitava korjaussuunnittelijaa, mutta suositeltavaa on järjestää tässäkin tapauksessa tilaisuus, jossa molemmat osapuolet yhdessä selvittävät korjaustoimenpiteiden lähtökohdat. (Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013, 143.)

12 JULKISIVURAKENTEIDEN KORJAAMINEN

12.1 Yleistä

Julkisivurakenteen kunnosta riippuen on rakenteen korjaamiseksi tarjolla useita eri vaihtoehtoja kuten paikalliset korjaukset koko julkisivun uusiminen joko asentaen peittävät lisäeristys- ja pintarakenteet vanhan ulkokuoren päälle (verhouskorjaus) tai uusien vanha ulkokuori kokonaan (purkavakorjaus) (RT 82-10614 1996, 3).

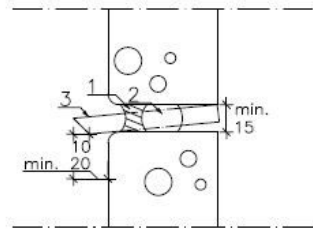
12.2 Saumarakenteet

Saumavaurioiden laajuudesta riippuen voidaan saumojen korjaus suorittaa joko paikallisesti tai kokonaan uusimalla. Paikallinen korjaus soveltuu kohteisiin, joissa saumauksesta alle 10 % on vaurioitunutta ja saumat ovat suhteellisen uusia eikä massan haurastuminen tai kovettuminen ole vielä alkanut. Laajalle edenneitä vaurioita korjattaessa on järkevämpää uusia saumat kokonaan. (RT 82-10614 1996, 14.)

Korjaustoimenpiteiden alkaessa vanha saumamassa ja -nauha puretaan sekä sauman tartuntapinnat hiotaan kulmahiomakoneella saumamassasta ja muista materiaaleista puhtaiksi. Mikäli saumamassassa on terveydelle ja ympäristölle haitallisia PCB- tai lyijy-yhdisteitä tai asbestia, purkutyö ja tartuntapinnan hionta on toteutettava pölymättömin työmenetelmin käyttäen koneita, jotka on varustettu kohdepoistolla. Tässä tapauksessa purkujäte on käsiteltävä ongelmajätteenä. (Ratu F31-0359 2010, 11.)

Ennen uuden saumauksen asennusta tarvittaessa parannetaan taustatilan villoitusta sekä saumaan asennetaan pohjanauha siten, että sen ja taustavilloituksen väliin jää riittävästi ilmatilaa. Pohjanauhan päälle asennetaan suunnitelmien mukaiset tuuletusputket tai –kotelot sekä sauman tartuntapinnat käsitellään tuotekohtaisella pohjustusaineella valmistajan ohjeiden mukaan. Saumat täytetään saumausmassalla tasaisesti oikeaan ainepaksuuteen saumauspistoolilla pursottaen ja tiivistys tartuntapintoja vasten toteu-

tetaan saumauslastalle painaen. Kuviossa 17 on esitetty elementtisauman rakenne.
(Ratu F31-0359 2010, 12.)



- 1 Saumamassa
- 2 Saumanauha
- 3 Tuuletusputki, halkaisija 10 mm
sijoitetaan jokaiseen pysty- ja
vaakasauman risteykseen

KUVIO 17. Elementtisauman rakenne (muokattu Liitokset).

12.3 Rapautumat ja halkeamat

Sementtipohjaisilla laasteilla voidaan betonin pinnassa paikata paikallisia vaurioita, kuten pakkasrapautumia tai raudoitteiden korroosion aiheuttamia rapautumia ja halkeamia. Kuviossa 18 on julkisivurakenteessa toteutettu laastipaikkaus. Laastipaikkauksen lisäksi toimiva korjausvaihtoehto on ruiskubetonointi tai betonivalu. Valukorjaukset ovat kuitenkin yleisempi korjausmenetelmä tapauksissa, joissa vaurio on suuri tai levinnyt laajemmalle alueelle. (RT 82-10614 1996, 9 - 10.)



KUVIO 18. Julkisivurakenteen pinnassa näkyvä laastipaikkaus.

Pienet rakenteelliset halkeamat voidaan korjata injektoimalla. Alle 0,5 millimetrin kokoiset halkeamat voidaan injektoida tai imeyttää kaksikomponenttisilla epoksi-muoveilla. Alle 5 mm:n kokoiset halkeamat voidaan korjata sementtiliimalla injektoiden ja suuremmat laastilla, jonka raekoko on korkeintaan 1 mm. (RT 82-10614 1996, 13.)

Purku

Vaurion purku aloitetaan poistamalla betonia vaurion kohdalta riittävästä, jotta saadaan toteutettua luotettavasti raudotteiden puhdistus ja suojaus tai mahdollinen katkaisu sekä kolon täyttäminen. Betonin poisto voidaan toteuttaa mekaanisesti piikkaamalla, vesipiikkaamalla tai suihkutusmenetelmällä. Mekaaninen piikkaus suoritetaan käsityövälineillä tai piikkausvasaralla varoen aiheuttamasta säilytettävään betoniin mikrohalkeamia, jotka heikentävät tartuntaa. Mikrohalkeamien vaara jää pois käytettäessä vesipiikkausmenetelmää, jossa halkaisijaltaan pieni vesisuihku suunnataan suurella paineella vaurioitunutta aluetta kohti. Vesisuihku tunkeutuu betonin sisään murtuen sen sekä huuhdellen murtuneen betonin pois. Vesipiikkauksen aikana on kuitenkin varmistettava, ettei vesi pääse tunkeutumaan rakenteen eristetilaan. Pesuveden pääsy eristetilaan on estettävä myös käytettäessä suihkutusmenetelmää eli hiekkapuhallusta, vesihiekkapesua tai suurpaineipesua, jotka pääasiassa soveltuvat ohuen pintakerroksen irrotukseen. (Ratu F31-0359 2010, 6 - 7.)

Puhdistus

Betonipinnan puhdistus toteutetaan joko hiekkapuhaltaen tai vesihiekkapesulla, jolloin pinnat on vielä painepestävä alhaalta ylöspäin lian, pölyn ja irtoaineksen poistamiseksi. Betonipinnat voidaan puhdistaa myös korkeapainevesipesulla, jolloin erillistä painepesua ei enää tarvita. Käsin tai koneellisesti suoritettu teräsharjaus soveltuu pystysuorien pintojen puhdistukseen tai täydentäväksi puhdistusmenetelmäksi. (Ratu F31-0359 2010, 8.)

Ruosteen poisto

Raudoitteiden ruoste poistetaan useimmiten betonin vesipiikkauksen tai suihkutuksen menetelmin toteutetun betonipintojen puhdistuksen yhteydessä. Mekaanisesti esiin piikatut raudoitteet puhdistetaan ruosteesta teräsharjalla tai suihkutuksen menetelmällä. Mikäli rakenteesta poistetaan raudoitteita, ne katkaistaan ruosteettoman alueen puolelta joko voimapihdeillä tai kulmahiomakoneella. Puhdistetut raudoitteet sekä rakenteeseen jäävät katkaistujen terästen päät käsitellään korroosionestopinnoitteella tai -laastilla tuotekohtaisten ohjeiden mukaisesti. (Ratu F31-0359 2010, 8 - 9.)

Paikkaus

Vaurion paikkaus toteutetaan useimmiten kahdessa vaiheessa levittäen ensin pintoihin tartuntalaasti, jonka päälle tiivistetään paikkauslaasti. Ennen paikkaustoimenpiteiden aloitusta varmistetaan sementtipohjaisia korjausmateriaaleja käytettäessä betonipinnan riittävä kosteus. Pinna kostutetaan 1 – 2 vuorokautta ennen laastin levitystä suihkuttamalla vettä betonipinnalle. Suihkutuskertojen määrään vaikuttaa ilmankosteus ja –lämpötila, rakenteen kosteus sekä betonipintaa kuivattavat ilmavirtaukset, kuten tuuli. (Ratu F31-0359 2010, 9 – 10.)

Ennen varsinaisen paikkauslaastin levitystä tai betonivalua on tartunta useimmiten varmistettava tartuntalaastin avulla. Tartuntalaasti joko ruiskutetaan tai levitetään jäykällä harjalla tai telalla kauttaaltaan betonin pintaan. Lisäksi hieroen varmistetaan laastin tartunta ja tunkeutuminen alustan pieniin koloihin. Paikkauslaasti tiivistetään huolellisesti tartuntalaastin päälle. Betonivalua varten rakenteisiin asennetaan muotit ja valu toteutetaan kerroksittain niin sanotulla märkää märälle -menetelmällä. Ruisku-

betonointi toteutetaan ruiskuttamalla betoni suoraan esikostutetun betonipinnan päälle. (Ratu F31-0359 2010, 10.)

Paikkaustoimenpiteiden päätteeksi on huolehdittava riittävästä tuotevalmistajan ohjeiden mukaisesta jälkihoidosta toteutettuna esimerkiksi vesisumutuksella tai jälkihoitoaineilla vähintään kahden vuorokauden ajan. Jälkihoidon pituus vaihtelee riippuen paikkauksen ja jälkihoidon aikaisista sääolosuhteista sekä käytetyn materiaalin ominaisuuksista. (Ratu F31-0359 2010, 10.)

Tasoitus

Betonipinnan tasoitus toteutetaan levittäen tasoituslaasti useimmiten kahtena kerroksena tuotevalmistajan ohjeistuksen mukaisesti odotusaikoja noudattaen. Tasoitelaastin jälkihoito voidaan aloittaa laastin kuivumisen alkaessa, kun käsittely voidaan suorittaa vaurioittamatta laastin pintaa. Jälkihoito toteutetaan tuotevalmistajan ohjeiden mukaan vähintään kahden vuorokauden ajan esimerkiksi käyttäen vesisumutusta ja jälkihoitoaineita. (Ratu F31-0359 2010, 10.)

12.4 Julkisivun uusiminen

12.4.1 Verhouskorjaus

Laaja-alaisesti vaurioitunut julkisivu voidaan uusien verhoten vanha ulkokuori uudelleen, jolloin vanhan ulkokuoren päälle asennetaan lisälämmöneriste ja uusi pintakerros. Vanhan ulkokuoren pakkasrapautuminen ja terästen korroosio hidastuu tai jopa pysähtyy uudelleen verhouksen ja lisälämmöneristyksen myötä parantuneen lämmöneristyksen ja laskeneen kosteusrasituksen vuoksi. (RT 82-10614 1996, 3.)

Uuden ulkokuoren asentaminen lisää julkisivurakenteen paksuutta huomattavasti, jolloin ikkunat useimmiten jäävät syvälle rakenteen sisään. Julkisivun yleisilmeen palauttamiseksi alkuperäisen kaltaiseksi joudutaan useimmiten ikkunat siirtämään lähemmäs uuden julkisivun ulkopintaa. (Neuvonen 2006, 169.)

Ennen uuden ulkokuoren asennustoimenpiteitä irrotetaan vanhasta julkisivusta julkisivuvarusteet ja tasoitetaan pinnat sekä puhdistetaan pöly, lika ja irtoava materiaali joko harjaten tai kevyen painevesipesun avulla varaten riittävän pitkä kuivumisaika. Lisäksi vanhat saumat on tarvittaessa paikattava sekä vanhan ulkokuoren kiinnitykset kantavaan rakenteeseen varmistettava. Kuntotutkimukseen perustuen tehdään päätös tarvittavan lisäkiinnityksen kiinnitystavasta- ja laajuudesta. (Ratu F31-0343 2009, 6-7.)

12.4.2 Purkavakorjaus

Uuden ulkokuoren rakentaminen vanhan päälle ei ole järkevää rakennuksissa, joissa vanha ulkokuori on pahoin vaurioitunut ja vaatisi mittavia korjaustoimenpiteitä soveltuakseen uuden ulkokuoren alustaksi. Vanha ulkokuori on syytä purkaa myös, mikäli kuntotutkimuksen tuloksena rakenteen lämmöneristeessä on todettu haitallista mikrobikasvustoa. Näissä tapauksissa vanhasta rakenteesta puretaan julkisivuvarusteet, ulkokuori ja lämmöneriste, jolloin uudet lämmöneristeet ja pintakerrokset rakennetaan esiin puretun, paikatun ja puhdistetun sisäkuoren päälle. (RT 82-10614 1996, 4.)

Vanhan ulkokuoren purkaminen ja uusiminen toteutetaan harvemmin, sillä se on erittäin raskas ja kustannuksiltaan kallis korjausmenetelmä. Pahoin ja pitkälle vaurioituneissa julkisivuissa menetelmä on kuitenkin välttämätön. (Neuvonen 2006, 170.)

Ulkokuoren purku

Sandwich-elementin ulkokuoren purkaminen aloitetaan irrottamalla julkisivuvarusteet sekä rakenteen saumoista käsin tai koneellisesti saumausmassat ja saumanauhat. Saumoja purettaessa on huomioitava terveydelle ja ympäristölle haitallisten aineiden vaativat pölyttömät purkumenetelmät. (Ratu F31-0360 2010, 6.)

Ulkokuori voidaan purkaa rakenteesta hydraulierottimella, piikkaamalla tai murskaamalla. Hydraulierottimella tai piikkaamalla toteutettu purku suoritetaan nostokorista aloittaen ylimmän elementtikerroksen reunimmaisesta elementistä edeten linjoittain ylhäältä alas. Piikkaaminen toteutetaan irrottaen ulkokuoren betoni rakenteesta piikkausvasaran, meisseleiden tai talttojen avulla. Hydraulierottimella elementin kuori ir-

rotetaan kokonaisena hallitusti hydraulipaineella toimivien erotinpihtien avulla. Erotinpihdit ohjataan ulkokuoren taakse elementin eristetilaan. Pihtejä avaavan sylinterin hydraulipainetta nostetaan hitaasti ja portaattomasti, jolloin avautuvat pihdit pakottavat ulkokuoren irtoamaan. Mikäli ulkokuori on niin hauras, että se rikkoutuu helposti, on suositeltavaa irrottaa kuori murskaamalla. Tällöin kuori sahataan timanttisahalla pieniin osiin, jotka lyödään rikki. Rikkoutunut betoni kerätään suoraan purkuposseihin tai annetaan ensin pudota vapaasti maahan. (Ratu F31-0360 2010, 7.)

Ulkokuoren alta paljastuva eristekerros puretaan petkeleen avulla ja ansaat katkaistaan joko kulmahiomakoneella, lankasaksilla tai voimapihdeillä. Sisäkuoren saumat ja pinta tarkistetaan sekä vaurioituneet alueet korjataan laastipaikkauksella. (Ratu F31-0360 2010, 7.)

12.4.3 Eristerappaus

Eristerappauksella tarkoitetaan lisälämmöneristekerroksena toimivan jäykän mineraalivillaeristeen päälle toteutettavaa ohutrappausta tai kolmikerrosrappausta. Eristerappaus soveltuu hyvin seinärakenteille, mutta ei suositella käytettäväksi sokkelikorjauksissa. (RT 82-10614 1996, 5.)

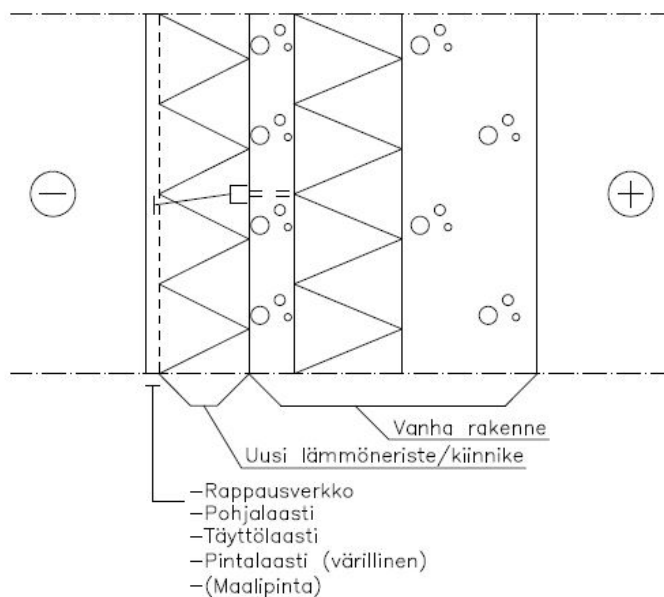
Kun käytetään eristerappausta korjaustoimenpiteenä, on huomiota kiinnitettävä vanhan ulko- tai sisäkuoren kuntoon, sillä lämmöneristeen alle jäävän kiinitysalustan on kyseistä korjausmenetelmää käytettäessä oltava suhteellisen suora ja tasainen (Haukijärvi, Hekkanen, Lahdensivu & Mattila 2009, 55).

Kolmikerrosrappaus

Kolmikerrosrappausta käytettäessä vanhan kuoren pintaan asennetaan ruostumattomat nivelkiinnikkeet, joiden avulla uudet eristeet asennetaan paikoilleen alhaalta ylöspäin edeten ja pystysaumat epäjatkuviksi limittäen. Eristeet painetaan nivelkiinnikkeen hakaosan läpi ja kiinnitetään rakenteeseen lukituslevyillä. Nivelkiinnikkeiden hakaosan päihin asennetaan kahdella lukituslevyllä vielä teräksinen rappausverkko. Lisävahvistusverkot on aiheellista asentaa ikkuna- ja oviaukkojen nurkkiin sekä julkisivun sisä- ja ulkokulmiin. Eristekerroksen läpi tehdään suunnitelmien mukaisesti liikuntasaum

vanhaan rakenteeseen ulottuen profiililistoilla, saumanauhoilla ja -massoilla. (Ratu F31-0343 2009, 8.)

Rappaus toteutetaan osissa, jolloin rappaus voidaan suorittaa yhtäjaksoisesti osakokonaisuuksina kerrallaan. Rappausverkon päälle ruiskutetaan 8-10 millimetriä paksu pohjarappauslaastikerros, joka tasoitetaan oikolaudan avulla. Pohjarappauslaastikerros on kostutettava vähintään vuorokauden ajan ennen seuraavan rappauskerroksen tekoa. Täyttörappauskerros ruiskutetaan 10 – 15 millimetrin vahvuiseksi kostean pohjarappauksen päälle. Rappauspinta hierretään tasaiseksi ja kostutusta jatketaan 1 – 3 vuorokauden ajan. Heti täyttörappauksen kovettumisen jälkeen pintaan leikataan liikuntasaumot. Viimeisenä kerroksena pintaan ruiskutetaan pintarappaus, joka käsitellään halutun pintakuivoinnin mukaisesti. Kuviossa 19 esitetään verhoukorkorjatun julkisivun rakenne kolmikerrosrappauksella toteutettuna. (Ratu F31-0343 2009, 9 - 10.)



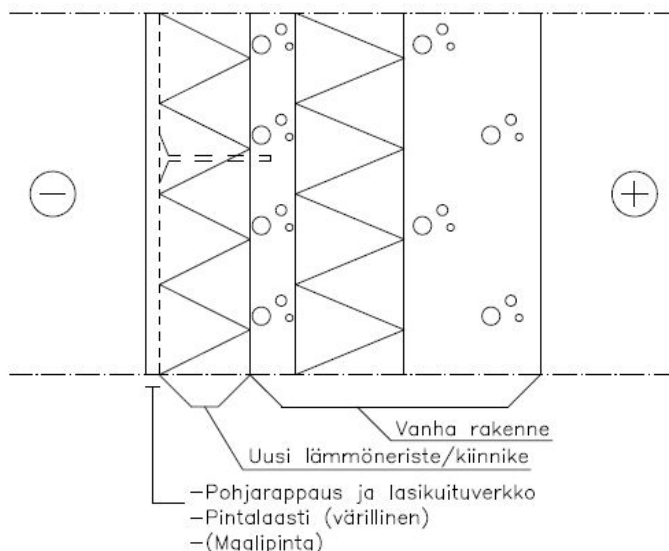
KUVIO 19. Kolmikerrosrappauksella verhoukorkorjatun julkisivun rakenne (muokattu RT 82-10614 1996, 5).

Ohutrappaus

Ohutrappauksen yhteydessä eristeet voidaan kiinnittää alustaansa joko liima- tai kiinnikekiinnityksellä tai listakiinnityksellä. Liimakiinnitys tarkoittaa nimensä mukaisesti

eristeen liimaamista tiiviisti alustaansa joko liimalla tai liimalaastilla. Liimakiinnitystä käytettäessä eristeet on kiinnitettävä lisäksi myös alustaan lyötävillä tai porattavilla tulpilla, jotka kiristävät eristekerroksen tiiviisti alustaansa kiinni. Mikäli alusrakenne on kantavuudeltaan tai kunnoltaan huono, toteutetaan eristeiden kiinnitys listakiinnityksellä asentaen rakenteen pintaan naulaten tai ruuvaten listat, joihin pontatut eristelevyt kiinnitetään. Eristekerroksen läpi tehdään suunnitelmien mukaiset liikuntasaumat ennen rappaustyön aloitusta. (Ratu F31-0343 2009, 8 - 9.)

Eristekerroksen päälle tehdään pohjarappaus levittäen pintaan lasikuiduilla vahvistettu pohjalaasti, johon painetaan lasikuituverkko. Ikkuna- ja oviaukkojen nurkissa sekä julkisivun sisä- ja ulkonurkissa pohjalaastin ja lasikuituverkon asennus toistetaan vahvemman pohjakerroksen saavuttamiseksi. 2-3 vuorokautta pohjalaastin levityksen jälkeen rappauksen pintaan levitetään pohjustusaine sekä pintalaasti joko teräslastalla tai suppiloruiskulla muotoillen pinta teräs-, puu- tai muovihierkimellä. Kuviossa 20 esitetään verhoukcorjatun julkisivun rakenne, kun pinta on toteutettu ohutrappauksella. (Ratu F31-0343 2009, 10.)



KUVIO 20. Ohutrappauksella verhoukcorjatun julkisivun rakenne (muokattu RT 82-10614 1996, 5).

Kohteisiin, joissa julkisivurakenteiden rasitus on suuri, ei suositella käytettävän ohutrappausta korjausmenetelmänä. Esimerkiksi sellaisissa julkisivun osissa, joihin kohdistuu voimakkasta mekaanista rasitusta tai korkeiden meren rannalla sijaitsevien kerrostalojen julkisivuissa ohutrappaus ei ole kestävin vaihtoehto. (Haukijärvi ym. 2009, 54.)

Jälkihoito

Rappauspinnan jälkihoitoa on jatkettava 1-3 vuorokauden ajan tuotevalmistajan ohjeiden mukaan. Useimmiten jälkihoito toteutetaan kostuttamalla pintoja vesisumutuksella. Ennen jälkihoidon aloitusta rakenteen liikuntasaumot puhdistetaan muurauskauhan kärjellä ja ikkunoiden vesipellit asennetaan paikalleen. (Ratu F31-0343 2009, 11.)

Pintakäsittely

Rapatun seinärakenteen pintakäsittely voidaan toteuttaa maalaamalla, mutta useimmiten käytetty vaihtoehto on värillisellä pintaappauslaastilla toteutettu pintaappaus. Ennen maalauksen aloitusta on valmista rapattua pintaa tarvittaessa kostutettava vesisumutuksella aloittaen edellisenä päivänä. Maalaus toteutetaan kahtena kerroksena ruiskulla, telalla tai harjalla säilyttäen työmenetelmät ja olosuhteet koko maalauksen ajan tasaisen lopputuloksen saavuttamiseksi. (Ratu F31-0343 2009, 11.)

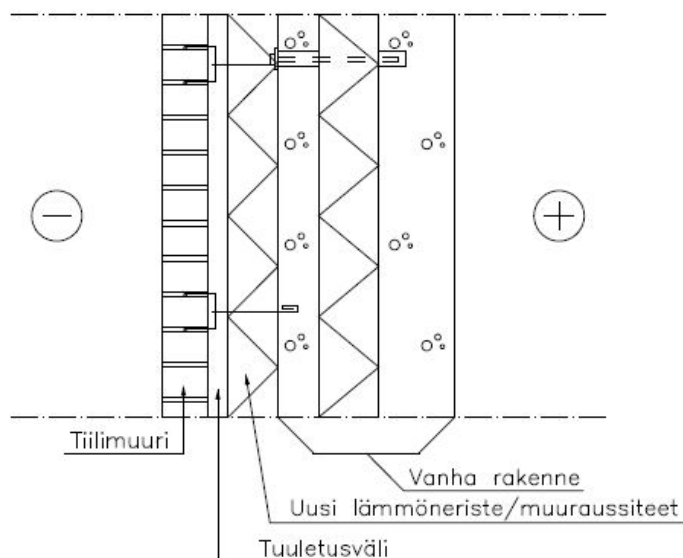
12.4.4 Tiiliverhous

Tiilestä muurattu uusi julkisivu toteutetaan kannattaen tiilimuuri joko alla olevaan kuorirakenteeseen, mikäli vanhan rakenteen kantavuus riittää tai sokkeliin kiinnitetyillä kulmateräksillä tai perustuksen levennyksellä. Perustuksen levennys voidaan toteuttaa vanhan anturan päälle valetulla uudella raudoitetulla betonisokkelilla, mikäli perustamissyvyys on matala. Muussa tapauksessa vanhaan sokkelirakenteeseen valetaan raudoitettu ulokepalkki, joka kiinnitetään perusmuuriin esimerkiksi juotetuilla teräsvarnoilla. (Ratu F31-0360 2010, 8.)

Tiilimuurin kiinnitys alla olevaan kuorirakenteeseen toteutetaan lämmöneristekerroksen läpi ulottuvilla muuraussiteillä, jotka kiinnitetään lyönti-, kiila- tai kemiallisilla ankkureilla täyttäen rakennesuunnitelmien mukaiset tartuntapituus-, lukumäärä- ja

kiinnitysvaatimukset. Lämmöneriste- ja tuulensuojalevyjen asennus aloitetaan alhaalta edeten kerroksissa ylöspäin pystylinjat limittäen. Levyt kiinnitetään tiiviisti sisäkuoren pintaa vasten muuraussiteisiin kiinnitettävillä lukituslevyillä tai erikseen sisäkuoreen asennettujen sidelankojen ja lukituslevyjen avulla. Useasta levykerroksesta koostuvan lämmöneristykseen asennuksessa on huomioitava saumakohtien limitys. (Ratu F31-0360 2010, 9.)

Tiilimuuraus rakennetaan sokkelirakenteen ja muurauksen väliin asennetun vedeneristeenä toimivan bitumihuopakaistaleen päälle ulottaen tiilen alareuna noin 20 millimetriä sokkelireunasta ulospäin. Ensimmäisen kerroksen joka toinen pystysauma jätetään useimmiten täyttämättä, jotta eristekerroksen ja kuorimuurin väliin jäävä ilmaväli pääsee tuuletumaan sekä kosteus muurin takaa poistumaan. Loput kerrokset muurataan täysin saumoin, mutta muurauslaastin putoaminen ilmaväliin on estettävä, jotta ilmavälin tuuletuksesta tulee toimiva. Kuviossa 21 esitetään tiilellä verhotun julkisivun rakenne. (Ratu F31-0360 2010, 10.)



KUVIO 21. Tiilimuurauksella verhoukorkorjatun julkisivun rakenne (muokattu RT 82-10614 1996, 8).

Muurauksen raudoitus toteutetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti puhtailla raudotteilla varmistaen, että raudoitettut saumat täytetään kokonaan laastilla. Ikkuna- ja oviaukot voidaan ylittää joko muuraten väliaikaisen tuen varaan paikalla raudoitettu tiilipalkki tai peltirakenteen varaan terästiilipalkki. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää muototeräskannatinta tai tehdasvalmisteista elementtitiilipalkkia. (Ratu F31-0360 2010, 10.)

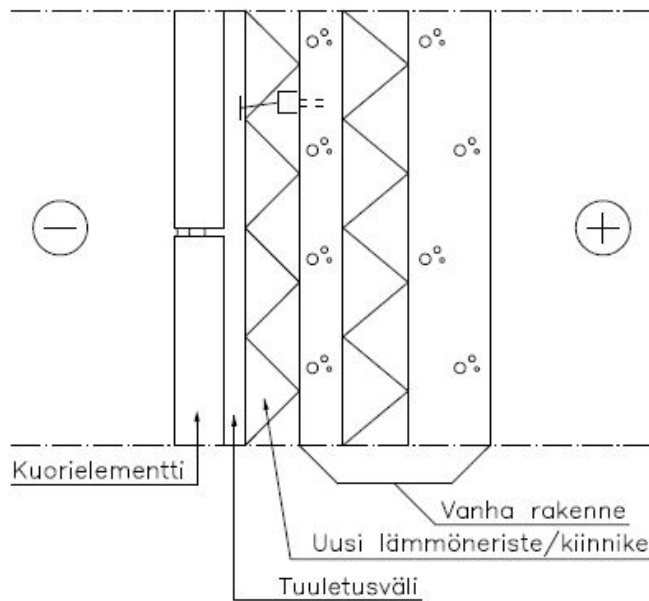
Tiilimuurin liikuntasaumat toteutetaan saumanauhoilla ja saumausmassoilla varmistaen niiden vedenpitävyys ja riittävä liikkumisvara. Muurin osat, jotka kannatetaan eri korkeuksilta tai tuetaan epäjatkuviin rakenteisiin, erotetaan toisistaan pystysuuntaisilla liikuntasauomoilla. Lisäksi liikuntasauvoja lisätään kohtiin, joissa muurin vapaa liike estyy. (Ratu F31-0360 2010, 10.)

Laastin kuivuttua saumaukseen soveltuvaksi muotoillaan tiilisaumat saumaraudalla halutun malliseksi. Muutaman tunnin kuluttua muurin pinnasta harjataan laastipöly ja -purseet. Tarvittaessa valmis muuraus suojataan sateelta ja liialliselta kuivumiselta esimerkiksi levittämällä muurin pintaan muovikalvo. Tarvittaessa laastin kuivumisen jälkeen voidaan seinäpinta pestä kevyesti käyttäen vettä ja harjaa, mutta eristekerroksen ja liitosten kastuminen on estettävä. (Ratu F31-0360 2010, 10.)

12.4.5 Kuorielementit

Kuorielementti

Kuorielementti on betonista valamalla valmistettu julkisivun ulkokuorielementti, jonka paksuus voi olla 40 – 90 mm ja koko maksimissaan jopa 20 m². Kuorielementin ulkopinta on usein betoninen, mutta se voidaan toteuttaa myös tiili- tai klinkkerilautoilla. Kuviossa 22 esitetään kuorielementeillä toteutetun verhoukorpauksen rakenne. (RT 82-10614 1996, 6.)



KUVIO 22. Kuorielementeillä verhoukorkorjatun julkisivun rakenne (muokattu RT 82-10614 1996, 6).

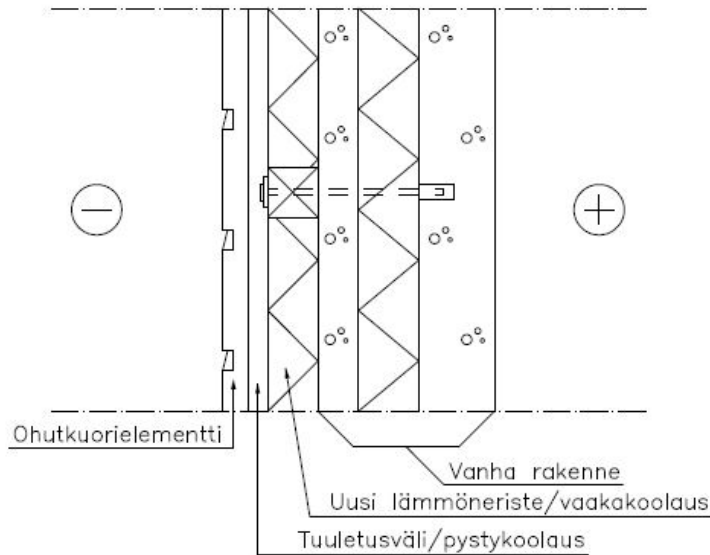
Kuorielementtien asennus voidaan toteuttaa joko vanhan ulkokuoren päälle tai sen tilalle. Elementit voidaan kiinnittää alustaansa esimerkiksi ruostumattomilla lämpö- ja kosteusliikkeet sallivilla kiinnikkeillä yläreunastaan ripustamalla, jolloin alareunan kiinnitykseen riittää pelkästään vaakavoimia siirtävät kiinnikkeet. Ripustamalla toteutettu kuorielementtien kiinnitys mahdollistaa tarvittaessa yksittäisten elementtien vaihtamisen. Kuorielementit voidaan asentaa myös itsensä kantavina päällekkäin omille perustuksilleen, mutta tässä tapauksessa elementtien yksittäinen vaihtaminen ei myöhemmin ole enää mahdollista. (RT 82-10614 1996, 6.)

Saumat voidaan kuorielementtejä käytettäessä jättää avoimiksi tai toteuttaa esipuristetuilla saumanauhoilla tai elastisella saumausaineella tiivistäen. (RT 82-10614 1996, 6).

Ohutkuorielementti

Ohutkuorielementti on rakenteeltaan hyvin samankaltainen kuin kuorielementti, mutta kooltaan huomattavasti pienempi. Ohutkuorielementin paksuus vaihtelee 26 millimetristä 38 millimetriin ja koko voi maksimissaan olla noin 1 m². Kuten kuorielementissäkin ohutkuorielementin pinta on useimmiten betoninen, mutta pintamateriaalina

voidaan käyttää myös tiili- tai klinkkerilaattoja. Kuviossa 23 esitetään ohutkuorielementeillä verhotun julkisivun rakenne. (RT 82-10614 1996, 6.)



KUVIO 23. Ohutkuorielementeillä verhoukorkorjatun julkisivun rakenne (muokattu RT 82-10614 1996, 6).

Ohutkuorielementit asennetaan useimmiten alla olevaan kuorirakenteeseen kiinnitettyyn pystysuoraan puu- tai teräsrankaan ruostumattomilla ruuveilla kiinnittäen. Vaihtoehtoisesti asennus voidaan toteuttaa kiinnittäen elementit vaakasuoraan kiinnitettyihin alumiinista valmistettuihin kiinnitysprofiileihin. Molempia asennusmenetelmiä käyttäen mahdollistetaan yksittäisten elementtien irrottaminen ja vaihtaminen tarvittaessa. (RT 82-10614 1996, 6.)

Ohutkuorielementtien saumat voidaan toteuttaa kuten kuorielementeissäkin; avonaisina tai tiivistettyinä esipuristetuilla saumanauhoilla tai elastisilla saumausaineilla. Tarvittaessa ohutkuorielementteistä rakennettuun julkisivuun tehdään liikuntasauvoja. (RT 82-10614 1996, 6.)

12.4.6 Pienementtiverhous

Pienementtiverhouksella tarkoitetaan vanhan sisä- tai ulkokuoren pintaan puukoolausten tai asennusrankojen ja eristekerroksen päälle asennetuilla metalli-, levy- tai elementtiverhoustarvikkeilla toteutettua uudelleen verhousta (Ratu F31-0346 2009, 7-8).

Verhoustarvikkeiden asennus

Verhoustarvikkeet asennetaan uuden verhouksen alustana toimivaan kuorirakenteseen kiinnitettävien asennusrankojen tai puukoolausten avulla. Kuorirakenteseen sekä tarvittaessa välipohjarakenteisiin kiinnitetään ohjeiden ja suunnitelmien mukaisesti lyönti-, kiila- tai kemiallisilla ankkureilla painekyllästetty puukoolaus tai korroosiosuojatusta metalliprofiilista valmistetut asennusrangat. Uudet lämmöneristeet ja mahdolliset erilliset tuulensuojalevyt asennetaan koolauksen tai rankojen väliin tiiviisti alustaansa vasten. Eristekerroksen päälle asennetaan joko puukoolaukseen tai alla oleviin asennusrankoihin kiinnittäen pienementtien asennusrangat siten, että jokaisen pienementin molempien pystysaumojen alle jää asennusranka. Asennusrankojen kiinnityksen myötä saavutetaan elementtien alla vaadittava vähintään 20 millimetriä paksu tuuletusväli. (Ratu F31-0346 2009, 8.)

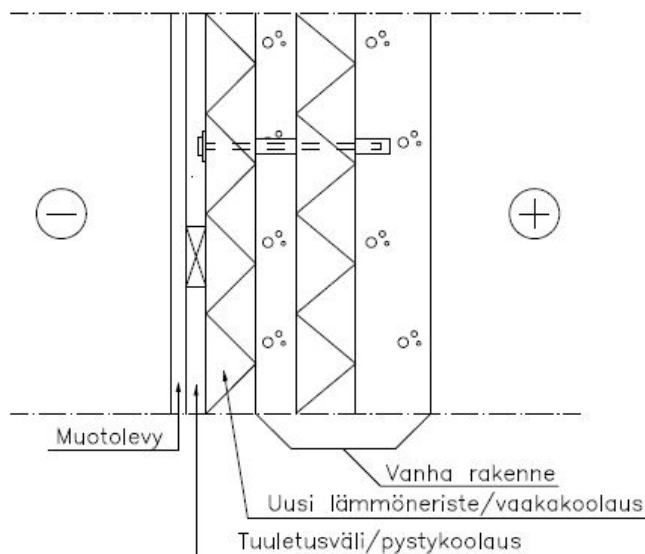
Verhoustarvikkeet kiinnitetään asennusrankoihin rakennesuunnitelmia ja tuotekohtaisia asennusohjeita noudattaen useimmiten käyttäen ruostumattomia aluslevyllisiä puuruuveja puukoolauksien yhteydessä sekä ruostumattomia aluslevyllisiä levyruuveja tai niittejä metallirankojen yhteydessä. Ulkokulmien sekä ovi- ja ikkunapielien verhous toteutetaan käyttäen kyseessä olevaan järjestelmään kuuluvia erillisiä kulma- ja pielelementtejä tai listoja. (Ratu F31-0346 2009, 8.)

Pienementtien väliset saumaukset toteutetaan elementtien asennustyön päätyttyä käyttäen valmistajan ohjeita noudattaen tarkoituksen mukaisia saumalaasteja tiili- tai klinkkeripintaisien ohutkuorielementtien yhteydessä sekä saumauslistoja, -nauhoja ja -massoja muiden elementtien yhteydessä. Rakenteelliset liikuntasamat toteutetaan rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaisesti saumausnauhoja ja -massoja käyttäen. (Ratu F31-0346 2009, 9.)

Metalliverhoustarvikkeet

Metalliverhoustarvikkeisiin kuuluvat muotolevyt, metallikasetit sekä emaloidut metallikasetit ja -levyt (RT 82-10614 1996, 8 – 9).

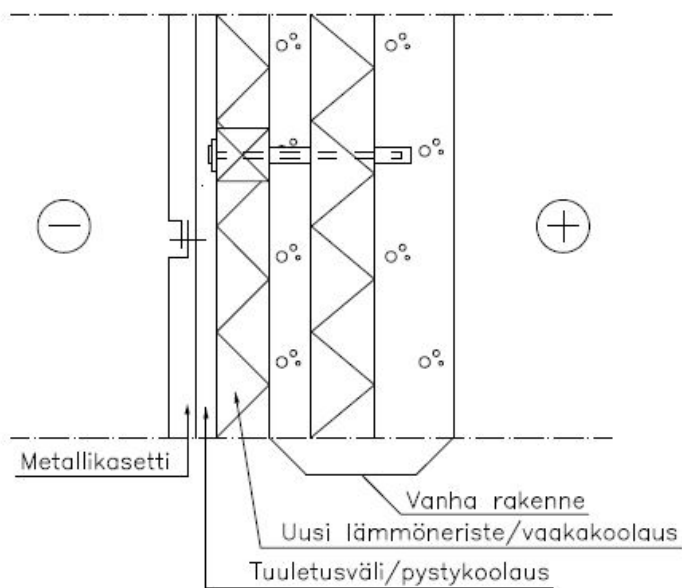
Muotolevyt valmistetaan teräksisestä 0,5-0,6 mm vahvasta ohutlevystä yleisimmin pystysuuntaisesti muotoilemalla. Levyjen valmistusleveys vaihtelee 1000 millimetristä 1150 millimetriin, mutta pituus on vapaasti valittavissa. Lämpöliikkeiden vuoksi pituus kuitenkin useimmiten rajataan 6 metriin. Suositeltavaa on asentaa muotolevyt pystyyn, jotta tuuletus toimii hyvin ja vesivuotojen mahdollisuus laskee. Mitä jäykempää levyä käytetään, sitä tiheämpään ja tasaisemmin välein levy on kiinnitettävä alustaansa. Peitelistöjen käyttö on useimmiten tarpeellista nurkka- ja jatkoskohdissa, aukkojen pielissä, sokkeleissa sekä räystäillä. Kuviossa 24 esitetään muotolevyillä toteutetun verhoukorojauksen rakenne. (RT 82-10614 1996, 8.)



KUVIO 24. Muotolevyillä verhoukorojatun julkisivun rakenne (muokattu RT 82-10614 1996, 8).

Metallikasetit muotoillaan ohutlevyistä määrämittäisiksi muotokappaleiksi, joiden ainevahvuus kasvaa suhteessa sivumitan kasvuun. Ainevahvuuden kasvu pysähtyy kuitenkin teräksisissä kaseteissa 1 millimetriin sekä muita metalleja käytettäessä 1,2 mil-

limetriin. Metallikasetin koko vaihtelee 400 mm x 400 mm ja 1200 mm x 2800 mm välillä. Metallikasetteja on kolme päätyyppiä; näkyvästi ruuveilla kiinnitettävä, piilokiinnitetty sekä ripustettu ja piilokiinnitetty. Nimensä mukaisesti näiden päätyyppien erot näkyvät pääasiassa kiinnitystavoissa sekä kiinnityksen näkyvyydessä. Kuviossa 25 esitetään metallikaseteilla verhotun julkisivun rakenne. (RT 82-10614 1996, 8.)



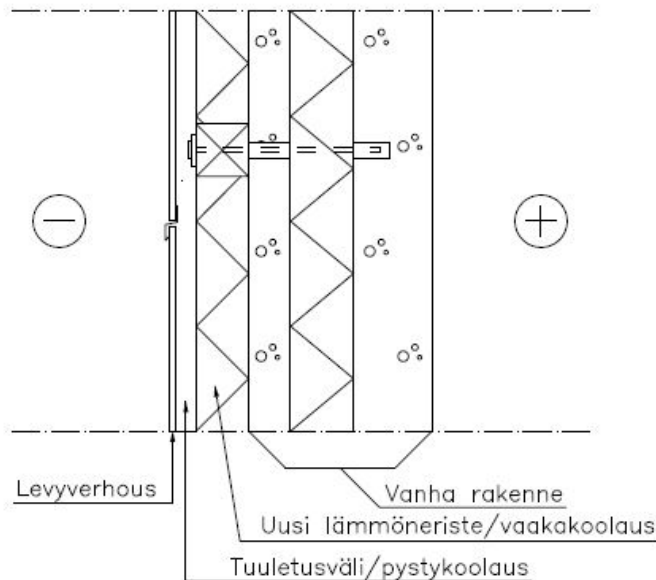
KUVIO 25. Metallikaseteilla verhoukorjatun julkisivun rakenne (muokattu RT 82-10614 1996, 8).

Emaloidut metallikasetit ja –levyt valmistetaan vähähiilisestä erikoisteräksestä, jotka emaloidaan toteuttamalla molemmien puolisen pohjaemaloinnin lisäksi kappaleen näkyvälle pinnalle pintaemalointi. Levyjen kiinnitysreiät on tehtävä ennen emalointia. Emaloitujen verhoustarvikkeiden ainevahvuus on useimmiten 0,8 - 2,0 mm sekä valmistusleveys 400 - 1200 mm. Enimmillään emaloidun levyn koko voi olla 1750 mm x 1400 mm. (RT 82-10614 1996, 9.)

Levyverhoustarvikkeet

Levyverhoustarvikkeita ovat metallipintaiset yhdistelmälevyt, rapatut levyt, kivimurskepintaiset levyt, polyuretaanipintaiset levyt sekä polymeeripohjaiset, kivimurskepin-

taiset ja sileäpintaiset valetut levyt. Kuviossa 26 esitetään levyverhoustarvikkeilla toteutetun julkisivuverhouksen rakenne. (RT 82-10614 1996, 9 – 11).



KUVIO 26. Levyverhoustarvikkeilla verhoukorkorjatun julkisivun rakenne (muokattu RT 82-10614 1996, 9).

Metallipintaiset yhdistelmälevyt koostuvat kahdesta metallisesta ohutlevystä sekä niiden väliin liimatusta puu-, sementti- tai muovipohjaisesta rakennuslevystä. Yhdistelmälevyn paksuus vaihtelee 5 millimetristä 15 millimetriin, mutta ohutlevyjen ainevahvuus säilyy kaikissa yhdistelmissä 0,5 millimetrissä. Yhdistelmälevyt voidaan kiinnittää julkisivurakenteeseen joko saumalistoilla tai taustalevyyn asennettujen kiinnikkeiden avulla (RT 82-10614 1996, 9).

Rapatut levyt voidaan valmistaa teräsohutlevyistä, kuitusementti- tai kalsiumsilikaattilevyistä. Teräsohutlevyn rappaus voidaan suorittaa joko työmaalla rapaten koko julkisivu tai tehtaalla levy kerrallaan. Rapatun teräsohutlevyn paksuus vaihtelee 1,0 – 1,5 millimetrin välillä sekä kooltaan levyt ovat korkeintaan 1200 mm x 2800 mm. Kuitusementti- ja kalsiumsilikaattilevyjen rappaus voidaan toteuttaa elastisella laastilla. Kyseisten verhoustarvikkeiden paksuus vaihtelee 6 millimetristä 10 millimetriin yleisimmän levykoon ollessa 1200 mm x 3000 mm. (RT 82-10614 1996, 9).

Kivimurskepintaiset levyt valmistetaan toteuttaen teräsohutlevyjen, kuitusementti- tai kalsiumsilikaattilevyjen pintakerrokset julkisivulaatuisella luonnonkivimurskeella. Kivimurske kiinnitetään kuitusementti- ja kalsiumsilikaattilevyjen pintaan epoksihart-silla sekä teräsohutlevyn pintaan epoksiliimalla liimaten siten, että kivimurske peittää sideaineensa kokonaan. Teräsohutlevyllä toteutetun kivimurskepintaisen julkisivun verhoustarvikepaksuus vaihtelee 1,0 mm ja 1,5 mm välillä. Kuitusementti- ja kalsiumsilikaattilevyjä luonnonkivimurskeen pohjalevynä käytettäessä levykoko on maksimissaan 1200 mm x 3000 mm sekä levypaksuus vaihtelee 6 millimetristä 9 millimetriin. (RT 82-10614 1996, 10.)

Polyuretaanipintaiset levyt valmistetaan liimaten pohjalevynä toimivan kuitusementti- tai kalsiumsilikaattilevyn päälle valmiiksi tehtaalla halutun väriiseksi maalattu polyuretaanikerros. Polyuretaanilla pinnoitettu verhou levy on kooltaan maksimissaan 1200 mm x 3000 mm ja levyn paksuus on 6 – 8 mm. (RT 82-10614 1996, 10.)

Polymeeripohjaisissa valetuissa levyissä käytetään runkoaineena kivimursketta sekä sidosaineena polyesteriä. Levyjen vahvistamiseksi levitetään levyn pintaan kaksi erillistä lasikuitukerrosta. Levyjen valmistusleveys on 1195 mm, mutta pituus vaihtelee tarpeen mukaan 700 millimetristä 3500 millimetriin. Suorien verhou levyjen lisäksi tarjolla on myös kulmakappaleita, joilla kulmat voidaan toteuttaa joko suorakulmaise- na tai pyöristettynä. Suositeltu enimmäisleveys kulmakappaleilla on 600 mm sekä korkeus 3500 mm. (RT 82-10614 1996, 10.)

Kivimurskepintaiset valetut levyt valmistetaan valamalla luonnonkivimurske poly- meeripohjaisen levyn pinnalle nestemäisen massan sisään. Kivimurskepintaisia levyjä valmistetaan paksuuksiin 6 mm, 8 mm sekä 14 mm. (RT 82-10614 1996, 11.)

Sileäpintaisia valettuja levyjä voidaan valmistaa kahdella tavalla; valaen massa kalvon päälle tai liittäen valun päälle erillinen pintakerros. Sileäpintaisten levyn paksuus vaihtelee useimmiten 6 millimetristä 9 millimetriin, mutta tarvittaessa voidaan valmis- taa myös paksumpia levyjä. (RT 82-10614 1996, 11.)

13 IKKUNA- JA OVIRAKENTEIDEN KORJAAMINEN

13.1 Pintakäsittelyn korjaus

Mikäli vanhaa pintakäsittelyä ei poisteta kokonaan, on suositeltavaa käyttää samaa ainetta kuin aiemmin. Jos kuitenkin esimerkiksi ulkonäkösyistä halutaan vaihtaa pintakäsittelyainetta, on tärkeää selvittää tarkasti soveltuuko uusi käsittelyaine käytettäväksi edellisen päälle. (RT 41-10726 2000, 13.)

Pintakäsittelyä tehdessä on varmistettava, että puuosat ovat puhtaita ja vaurioitumattomia sekä, ettei kosteuspitoisuus ylitä 15 %:a (RT 41-10726 2000, 13).

Maalauskorjaus

Maalauskorjauksen tavoitteena on saattaa ikkunat ja ovet alkuperäiseen tasoonsa. Ovet ja ikkunapuitteet irrotetaan ja korjataan muualla. Vanha vaurioitunut maalipinnoite poistetaan ja pinnat puhdistetaan sekä vauriot paikataan. Lisäksi tiivisteet joko korjataan tai uusitaan sekä ikkunoissa myös helat ja kittaukset. Lopuksi puupintojen pintakäsittely uusitaan, jonka jälkeen rakenteet ovat valmiita asennettavaksi uudelleen paikalleen. (RT 41-10726 2000, 5.)

13.2 Puuosien korjaus

Lahovaurioita aiheuttaneet tekijät on poistettava ennen kuin ikkunoiden tai ovien puurakenteiden korjaus aloitetaan. (RT 41-10726 2000, 5.)

Ikkunapuitteet ja ovet on irrotettava karmeista ja toisistaan ennen korjaustyön aloitusta. Korjaustyö voidaan suorittaa työmaan työtilassa tai verstaalla. (Ratu F32-0349 2009, 7.)

Mikäli rakenteessa on vain pintalahoa, voidaan laho poistaa hiomalla. Pienet halkeamat voidaan korjata puukitillä täyttämällä ja suuret halkeamat täyttää puupaikalla kos-

teudenkestävällä liimalla liimaten. Läpilahonnut puuosa on korvatta uudella tiheäsyisellä puutavaralla. (RT 41-10726 2000, 5.)

13.3 Lasituksen korjaus

Vanhat hyvässä kunnossa olevat lasit säilytetään ja vaurioituneet tai rikkoutuneet lasit uusitaan vanhoihin puitteisiin (RT 41-10726 2000, 11).

Lasin poistaminen kittauksen vuoksi ei ole järkevää. Aluskittausta pystytään parantamaan irrottamalla lasia, kun tiivistetään lasin ja puitteen rajapinta sisäpuolelta joko elastisella lasitusmassalla tai painelemalla kittiä lasin takapuolelle. Ulkopuolella olevat lasituksen myötä vaurioituneet lasituskittaukset poistetaan. Nämä kittaukset on korvatta kiteillä ja massoilla, jotka ovat säänkestäviä ja elastisia sekä, joiden päälle voi maalata. (RT 41-10726 2000, 11.)

Sisäpuitteissa voidaan käyttää massojen ja kittausten sijasta myös puisia lasituslistoja, mutta ulkopuitteissa lasituslistojen käyttöä ei suositella, etenkin ikkunan alakappaleen lasituksessa (RT 41-10726 2000, 11).

13.4 Muiden osien korjaus

Helat

Helat tulisi mahdollisuuksien mukaan korvata samanlaisilla heloilla, mikäli ne eivät enää ole korjattavissa. Mikäli samanlaista helaa ei ole saatavilla, on varmistettava, että uusi hela sopii vanhaan ikkunarakenteeseen. Ehjistä heloista poistetaan vanha maalikerros, ja ne käsitellään kauttaaltaan ruosteenestomaalilla ennen varsinaisen maalikerroksen levitystä. (RT 41-10726 2000, 11.)

Tiivisteet

Mikäli tiivisteissä on tapahtunut haurastumista tai kovettumista, ne korvataan uusilla. Ikkunoissa sisäilman kulkeutuminen lasien väliin ei saa aiheuttaa kosteuden tiivistymistä lasin pintaan. Kun sisäpuite tiivistetään kokonaan ja ulkopuolteeseen jätetään aukot vähintään ylänurkkiin, lasien välissä oleva kosteus pääsee haihtumaan ulospäin. (RT 41-10726 2000, 11.)

Vesipellitykset

Mikäli ikkunakorjauksia ei toteuteta julkisivukorjausten yhteydessä, on suositeltavaa vesipellityksille suorittaa vain pintakäsittelyn uusiminen sekä kiinnitysten varmentaminen, sillä julkisivupinnat useimmiten kärsivät vesipellitysten irrotuksen yhteydessä. Vesipeltejä uusittaessa on kiinnitettävä huomiota materiaalivalintaan, yksityiskohtien toteutuksen, kiinnityksiä vaurioittaviin säärasituksiin ja mekaanisiin rasituksiin sekä huollettavuuteen. (RT 41-10726 2000, 12.)

Saumat

Saumoissa, jotka sijaitseva seinän ja karmin välisessä raossa, on varmistettava, että sisäpuolinen sauma vastaa seinän höyrynsulun tiiviyyttä liittyen siihen tiiviisti sekä, että ulkopuolinen sauma estää sadeveden pääsyn rakenteisiin, mutta päästää kosteuden pois rakenteista (RT 41-10726 2000, 12).

Alumiiniosat

Alumiiniosia korjattaessa on huomioitava alumiiniosien ja puun välisen raon tuulettavuus, kondenssiveden poisto sekä kiinnitystarvikkeiden yhteensopivuus alumiinin kanssa (RT 41-10726 2000, 12).

13.5 Perusparannus

13.5.1 Yleistä

Perusparannus tulee kyseeseen, kun korjattuinaakaan ikkunat ja ovet eivät vastaa niille asetettuja vaatimuksia. Toimenpiteet voidaan suorittaa vain osalle rakennuksen ikkunoita tai ne voivat olla erilaiset eri puolilla rakennusta. (RT 41-10726 2000, 14.)

13.5.2 Lasityypin vaihto

Ikkunoiden ääneneristävyyttä voidaan parantaa esimerkiksi vaihtamalla ulompi lasi paksumpaan tai paksuntamalla lasien välistä etäisyyttä. Vanha sisäpuolen lasi voidaan myös vaihtaa eristyslasiksi, mikäli puitteen kyntettä on syvennetty. Tässä tapauksessa on kuitenkin otettava huomioon eristyslasin raskaampi paino ja, siksi varmistettava, että vanhat saranat ja puitteiden kulmaliitokset kestävät uuden massan. (RT 41-10726 2000, 14.)

13.5.3 Puitteen lisäys tai vaihto

Mikäli ikkunan lämmön- tai ääneneristyksessä havaitaan puutteita ja vanhat rakenteet ovat kunnostettavissa, voidaan kaksilasiseen ikkunaan asentaa lisäpuite tai vanhan kolmilasisen ikkunan ulkopuolelle vaihtaa. Ulkopuolelle asennettava uusi lisäpuite voidaan toteuttaa vanhan ikkunan kunnostuksen jälkeen esimerkiksi julkisivun lisäeristykseen yhteydessä, kun vanhat ikkunat jäisivät muutoin syvennykseen. Lisäpuitteen asennus muuttaa ikkunan tiivistyksen suhdetta, joten tiivistykset on asennuksen jälkeen tarkistettava. (RT 41-10726 2000, 14.)

13.5.4 Ikkunoiden uusiminen

Kuntoarvion ja –tutkimuksen perusteella tehdään johtopäätös siitä, onko kannattavinta uusia koko rakennuksen ikkunat vai osa ikkunoista. Ikkunoiden uusiminen voidaan toteuttaa poistamalla vanha ikkuna karmeineen ja kiinnittäen uusi ikkuna suoraan sei-

närakenteisiin. Toinen vaihtoehto on jättää vanhan ikkunan karmit paikoilleen ja ohentaa niitä, jolloin uusi ikkuna karmeineen asennetaan vanhojen karmien päälle. (RT 41-10726 2000, 15.)

Kun ikkunoiden uusiminen kohdistuu suureen osaan rakennuksen ikkunoita, on kannattavaa irrottaa vanha ikkuna karmeineen. Betonirakenteisissa julkisivuissa seinärakenteet usein vaurioituvat karmeja poistettaessa. Mikäli kyseessä ei ole rakenne, jossa karmin ja seinän välinen sauma on peitetty listalla, on suositeltavaa toteuttaa ikkunoiden vaihto julkisivukorjausten yhteydessä. (RT 41-10726 2000, 15.)

Vanhoja ikkunasaumoja purettaessa on huomioitava PCB- ja lyijypitoiset saumat, jotka on selvitetty kuntotutkimuksen yhteydessä otetuiden näytteiden avulla. Nämä saumat puretaan pölyämättömin menetelmin. Jäte pussitetaan ongelmajätteenä ja toimitetaan ongelmajätelaitokselle. (Ratu F32-0350 2009, 5.)

Uudet karmit on suositeltavaa asentaa vanhojen päälle, kun kyseessä on rakennus, jossa uusittavia ikkunoita on verrattaen vähän ja niiden poistaminen julkisivurakennetta vaurioittamatta on mahdotonta tai hyvin vaikeaa, eikä julkisivukorjaus ole ajankohtainen. Asennuksessa on huomioitava uuden ja vanhan karmin välisen sauman tiiviys. Tämän ratkaisun seurauksena ikkunan valoaukko useimmiten pienenee ja rakennuksen ulkonäkö muuttuu. Vanhan ja uuden karmin syvyydessä voi olla isojakin eroja, jolloin listoitus useimmiten jää häiritsevän näköiseksi. (RT 41-10726 2000, 15.)

14 YLÄPOHJARAKENTEIDEN KORJAAMINEN

14.1 Tasakatot kermikatteella

Ennen kermikatteen korjaustyön aloitusta on varmistettava, että vuotojen aiheuttama kosteus pääsee poistumaan katteen alta aiheuttamatta vaurioita. Mikäli kosteus ei pääse poistumaan, on kosteat kattorakenteet kuivattava. Tämän jälkeen kermikate voidaan korjata uusien koko kate, mikäli paikallinen katteen korjaus ei ole järkevää. Tarvitta-

essa voidaan korjata katon kaltevuuksia ja/tai asentaa katteen alle lisälämmöneristys. (RT 85-10738 2000, 6).

Edellä mainittujen korjaustoimenpiteiden yhteydessä usein suoritetaan myös aluskatteeseen, räystäisiin, läpivienteihin ja sadevesijärjestelmään liittyviä korjaustoimenpiteitä (RT 85-10738 2000, 6).

14.1.1 Kattokaltevuuksien korjaus

Puutteellisia kallistuksia ja katon painaumuksia korjataan usein kevytsoralla ja 20 mm paksuilla kovilla mekaanisesti alustaan kiinnitettävillä mineraalivillalevyillä tavoitellen kaltevuutta 1:40 (RT 85-10738 2000, 6).

14.1.2 Sadevesijärjestelmän korjaus

Usein suositetaan vanhan kattokaivon sisään asennettavaa niin sanottua korjauskaivoa, mutta vanhan kaivon halkaisijan ollessa 75 mm tai alle ei korjauskaivon käyttö ole järkevää. Tällöin suositellaan uusimaan kattokaivot uusilla vähintään halkaisijaltaan 100 mm kokoisilla kaivoilla. Haponkestävästä teräksestä valmistetut kattokaivot ovat yleisimmin käytettyjä, mutta mekaaniset ja kemialliset rasitukset huomioiden voidaan käyttää myös kuparista, ruostumattomasta teräksestä tai muovista valmistettuja kaivoja. (RT 85-10738 2000, 6.)

14.1.3 Katteen paikallinen korjaus

Katteen paikallinen korjaus kermikatetta lisäämällä on järkevää, kun katteessa on muutamia poimuja tai halkeamia, suurehkoja pusseja tai reikiä tai paikallistettavia vuotokohtia. Lisäksi vuotavat läpiviennit tai kattokaivot, puutteelliset räystäskatteet ja yksikerroksisen katteen muutamien vuotavien saumien vuotavat saumat voidaan korjata paikallisesti. (RT 85-10738 2000, 7.)

Katteeseen tehdään lisää liikuntasauvoja paikkauskaistoilla, mikäli halkeamia ja poimuja katteeseen aiheuttaa kantavan rakenteen liikkeitä. Lämmöneristeen liikkeistä kat-

teeseen aiheutuva rasite estetään asentamalla pehmeitä kapeita eristekaistoja. (RT 85-10738 2000, 7.)

Katteessa olevien pussien korjauksen yhteydessä pussit avataan, liimataan kiinni ja liimauksen päälle asennetaan kappale uutta huopaa. Reiät ja saumat paikataan paikallisesti huopakappaleilla. (RT 85-10738 2000, 7.)

14.1.4 Katteen uusiminen

Paikallinen korjaus ei enää ole järkevä tapauksissa, joissa vaurioita, kuten halkeamia, pusseja tai saumavuotoja on lähes koko katon alueella. Lisäksi katon alusrakenteissa olevien ongelmien, kuten puutteellisen tuuletuksen, kylmäsiltojen ja lämmöneristeen muutoksien/vaurioiden korjaaminen vaatii katemateriaalin uusimisen. (RT 85-10738 2000, 8.)

Katteen uusiminen vanhan katteen päälle

Uuden katteen asennus vanhan päälle on pyrittävä toteuttamaan käyttäen samaa materiaalia kuin ennen tai varmistettava uuden katteen yhteensopivuus vanhan kanssa (RT 85-10738 2000, 8).

Vanhan katteen pinta puhdistetaan irtonaisesta aineesta ja haitalliset epätasaisuudet poistetaan. Kate kuivatetaan sekä vanhan ja uuden katteen välinen paineentasaus varmistetaan esimerkiksi paineentasauskermillä. Mikäli vanha kate on erittäin huonossa kunnossa tai epätasaisuuksien poisto haastavaa, voidaan katteen pintaan rakentaa mekaanisesti kiinnitettävä myös lisälämmöneristeenä toimiva laakerikerros 20 mm paksuista kovista mineraalivillalevyistä. (RT 85-10738 2000, 8.)

Tarvittaessa katon kaltevuuksia korjataan rakentaen kevytsorasta kallistuskerros, jonka päälle asennetaan laakerointikerros (RT 85-10738 2000, 9).

Uusi kermikate voidaan kiinnittää korroosion kestäväillä kiinnikkeillä vanhan katteen läpi alusrakenteisiin tai liimata pisteliimauksella vanhaan katteeseen. Mikäli vanhan katteen päälle on asennettu laakerikerros, liimataan uusi kate kauttaaltaan kovan mine-

raalivillan pintaan ja kiinnitystapa suunnitellaan kohteessa toimivaksi. (RT 85-10738 2000, 8.)

Katteen uusiminen vanhan katteen tilalle

Vanhan katteen poistaminen kokonaisuudessaan tulee useimmiten kyseeseen tapauksissa, joissa alusrakenteen vauriot ovat laajat, vanha kate on täysin vaurioitunut tai vanhan katteen saumaus on epäonnistunut. Lisäksi useaan kertaan jo aiemmin uusittu useasta päällekkäisestä kerroksesta koostuva katemateriaali on suositeltavaa poistaa. Mikäli vanha kate on epäluotettavasti alustassaan kiinni, voidaan vanhan katteen poistamiselta säästyä asentamalla katteeseen lisäkiinnitys ennen uuden katteen asennusta. (RT 85-10738 2000, 8.)

Kattokaltevuuksien ja käyttöluokan mukaan sekä vanhojen alusrakenteiden ja kiinnitystavan rajoitteet huomioiden valitaan uuden katteen materiaali ja asennus suoritetaan noudattaen mahdollisimman pitkälle uudisrakentamisen ohjeita (RT 85-10738 2000, 8).

14.2 Pulpetti- ja harjakatot peltikatteella

14.2.1 Katteen paikallinen korjaus

Pintaruoste voidaan harjata teräsharjalla tai kaapia pois. Jotta uutta pinnoitetta varten saadaan hyvä tartunta, kate on pestävä ja huuhdeltava huolellisesti. Uudelleen pinnoitus suoritetaan maalaamalla kate korroosiota estävällä pohjamaalilla ja peltikattomaa- lilla. (RT 85-10738 2000, 13.)

Mekaanisen rasituksen vaurioittamat ja läpiruostuneet katteen osat on purettava tarvittaessa riittävän suurelta alueelta, että päästään korjaamaan vaurioituneet alusrakenteiden osat. Purettu alusrakenne uusitaan ja uudet pellit asennetaan saumaten ne toisiinsa sekä vanhaan katteeseen. (Ratu F41-0352 2009, 10.)

Mikäli katteen pinnoite, kuten maali tai muovipinnoite on laajoilta alueilta irronnut, on suositeltavaa poistaa vanha pinnoite kauttaaltaan. Katteen puhdistuksen ja huuhtelun jälkeen levitetään korroosionesto ja peltikattomaali. (RT 85-10738 2000, 13.)

14.2.2 Katteen uusiminen

Pintavaurioiden korjaamisen sijaan on suositeltavaa uusia koko kate, mikäli vauriot ovat levinneen laajoille aloille ja paikallinen korjaaminen jää taloudellisesti kannattamattomaksi (RT 85-10738 2000, 13).

Vanhaa peltikatetta puretaan päivittäin määrä, joka päivän aikana pystytään uusimaan. Mikäli käytetään työnaikaista suojausta, voidaan suojatulta alueelta purkaa koko kate kerralla. Vaurioituneet eristeet ja alusrakenteiden osat puretaan sekä säilytettävien osien kunto varmistetaan. (Ratu F41-0352 2009, 6.)

Tarvittavat alusrakenteet uusitaan oikeaoppisesti huomioiden kulun ja muun erityisen rasituksen alaiseksi joutuvat kohdat. Uudet pellit asennetaan yksi kerrallaan kiinnitysluiskoilla tai liukukiinnikkeillä kiinnittäen symmetrisesti hormiryhmiin siten, että vaajaa levyiset pellit sijoitetaan alueiden reunoille. Läpivientien ja katon pellitykset saumataan yksinkertaisilla hakasaumoilla, viereiset pellit saumataan toisiinsa saumausrisalla ja peltien limitysten vaakasaumat tiivistetään saumausmassalla. (Ratu F41-0352 2009, 6 - 9.)

15 ALAPOHJARAKENTEIDEN KORJAAMINEN

15.1 Yleistä

Riippumatta siitä, mitä korjausmenetelmää alapohjarakenteiden korjauksessa käytetään, on vaurioitumisen aiheuttava tekijä poistettava (RT 80-10712 1999, 3).

Alapohjarakenteiden korjauksissa ensisijainen menetelmä on uusia kokonaan tai osittain sellaiset vaurioituneet rakenteet, jotka ovat yhteydessä huoneilmaan. Uusiminen ulotetaan 0,2 – 0,5 m syvyyteen vaurioitumattomaan rakenteeseen ja pyritään rajaamaan rakenteissa oleviin saumakohtiin. (RT 80-10712 1999, 3.)

Mikäli edellä mainittu korjausmenetelmä ei ole toteutettavissa kohtuullisten kustannusten ja teknisten tehtävien puitteissa, voidaan rakenne tiivistää. Ennen tiivistystä rakenteet on kuivattava useimmiten niin kuiviksi, ettei mikrobien kasvu enää pääse jatkumaan. Kuivattujen rakenteiden pinnat maalataan tai niiden pinnalle asennetaan tiivis pintamateriaali. (RT 80-10712 1999, 3.)

15.2 Rakenteiden kuivatus

Rakennusosien kuivatus voidaan toteuttaa joko koneellisesti tai tuulettamalla. Koneellista kuivatusta tarvitaan useimmiten esimerkiksi betonilattioissa, sillä niiden luonnollinen kuivuminen on erittäin hidasta. Koneellisen kuivatuksen tarkoituksena on puhalttaa mahdollisesti lämmitettyä tai kuivattua ilmaa rakenteen pintaan ja sen sisälle. Pienialaisia kohteita voidaan kuivattaa mikroaaltokuivaimilla, mutta menetelmän suorittajan on oltava ammattilainen, joka hallitsee menetelmän ja tuntee turvallisuusvaatimukset. Kuivatuksen jälkeen alan asiantuntijan on varmistettava rakenteiden kosteus riittävän monesta kohtaa ja eri syvyyksistä mittaamalla. (RT 80-10712 1999, 3.)

15.3 Suojaus

Jotta homepöly ei pääse leviämään, on purkutyön kohde aina eristettävä ympäröivästä tilasta. Paikallista ja alaltaan alle 0,5 m² suuruista homevaurioita purettaessa on käytettävä kohdepoistolaitetta, jossa on mikrosuodatin. Suurempien vaurioalueiden ollessa kyseessä tai mikäli kohteessa on silminnähtävää homekasvustoa, käyttäjät oireilevat mikrobikasvuston vuoksi ja rakenteet ovat olleet kauan märkinä, on syytä osastoida alue ilmanvaihtoteknisesti muista tiloista sulkien eristettävän alueen ilmanvaihtokana-

vat ja -laitteet sekä tiivistäen seinien saumat ja ovet muihin tiloihin. Eristetyllä alueella käytetään kohdepoistolaitetta sekä tila alipaineistetaan käyttäen ilmanpuhdistinta, jossa on mikro- tai hienosuodatin. Purku- ja korjaustyön suorittajan on suojattava myös itsensä homepölyltä käyttäen hengityssuojainta sekä suoja-pukua ja -käsineitä. (RT 80-10712 1999, 4.)

Korjaustöiden päätyttyä on eristetyn alueen kaikki pinnat ja kalusteet käytävä läpi imurilla, jossa on mikrosuodatin sekä pyyhittävä kostealla liinalla (RT 80-10712 1999, 4).

15.4 Rakenteiden purku ja puhdistus

Kaiken vaurioituneen rakenteen lisäksi ympäriltä puretaan 0,2 – 0,5 metrin matkalta vaurioitumatonta rakennetta pyrkien rajaamaan purkutyö rakenteissa oleviin saumoihin. Kaikkia vaurioituneita rakenteita ei voida purkaa, kuten runkorakenteita. Näistä rakenteista home puhdistetaan esimerkiksi hiomalla tai harjaten teräsharjalla. Mekaanisen puhdistustyön jälkeen rakenteiden pinnat käsitellään tarvittaessa hometta tuhoavilla aineilla tai desinfiointiaineella. Mikäli rakenteen säilymisestä kuivana ei ole ta-keita, on mahdollista käsitellä pinnat homeen kasvua estävillä aineilla. (RT 80-10712 1999, 3 - 4.)

15.6 Maanvarainen lattia

Mikäli koko maanvarainen lattia puretaan, on selvitettävä täytemaan kapillaarisuus sekä mahdollisten orgaanisten aineiden osuus täytemaasta. Tarvittaessa täytemaa uusi-taan ja laatan alle tehdään 200 mm syvä salaojakerros sekä suodatinkerros, joka voi-daan toteuttaa myös suodatinkankaalla. Ennen uuden betonilaatan valua asennetaan suodatinkerroksen päälle riittävän paksu lämmöneriste. (RT 80-10712 1999, 7.)

Lattialaatan läpiviennit ja liittymät seinärakenteisiin tiivistetään tiivistyskaistoilla tai tiivistysmassoilla, jotta maaperästä tulevat haju- ja radonhaitat saadaan suljettua pois. (RT 80-10712 1999, 7).

15.8 Kellaritilojen maanpaineseinät

Kellaritilojen sisäpuolelle rakennettu kosteusvaurioille hyvin altis lämmöneristys ja sen levyverhous voidaan korvata seinän ulkopuolelle rakennettavalla lämmöneristyksellä, joka on erittäin toimiva ratkaisu, mutta myös suuritöinen. Vaurioitunut sisäpuolinen lämmöneriste voidaan myös korvata uudella eristeellä, mutta verhous on suoritettava kivi-aineisella verhouksella, kuten tiili- tai harkkomuurauksella. Kiviaineisella verhouksella suojattu lämmöneriste voi kuitenkin kostua uudelleen, mikäli kosteus pääsee seinien vedenpaineeneristuksen läpi tai maaperästä kapillaarisesti nousemalla. (RT 80-10712 1999, 7.)

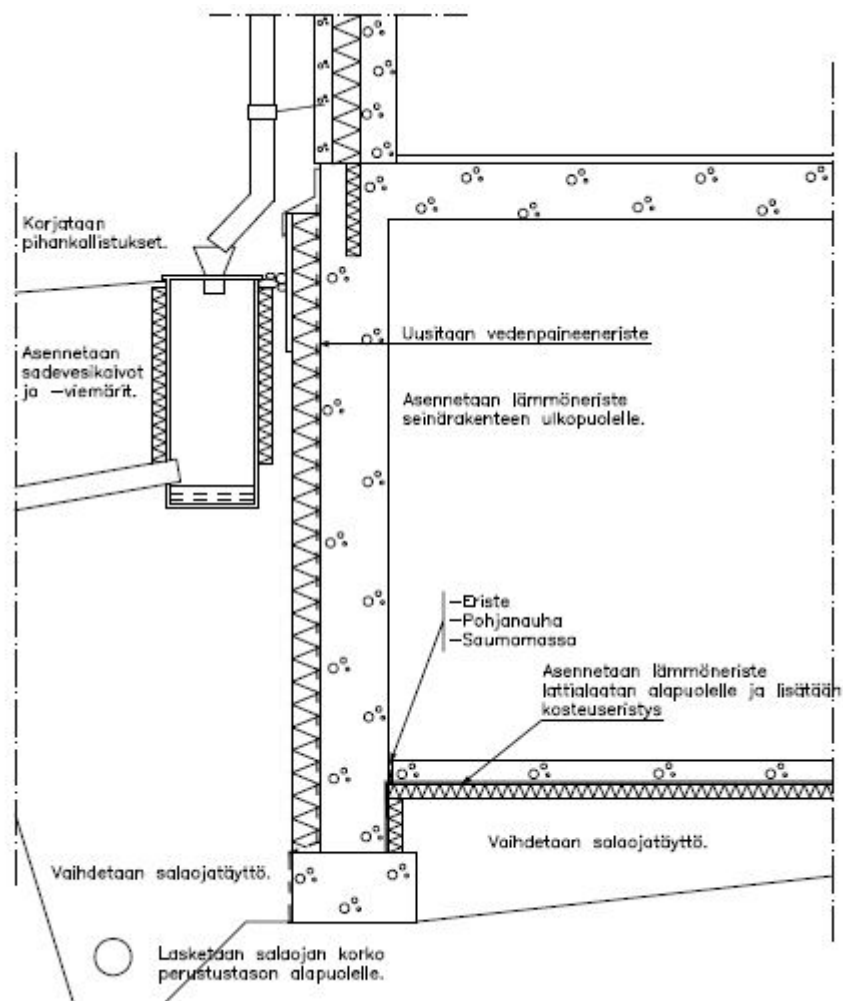
15.5 Kosteusteknisen toimivuuden parantaminen

Salaojien puutteellinen toiminta voi johtua useasta eri syystä, joten tilannetta voidaan myös parantaa usealla eri menetelmällä. Tarvittaessa salaojitusta voidaan syventää tai salaojatäyttö voidaan uusida. Salaojatäyttöön suositellaan pestyä salaojasepeliä, jonka raekoko on 6 – 30 mm ja kapillaarisuus alle 100 mm. (RT 80-10712 1999, 6.)

Salaojan tyhjeneminen on varmistettava ja jäätyminen estettävä. Tarvittaessa routaeristettä voidaan parantaa tai salaojaputkiin asentaa sähkölämmityskaapeli (RT 80-10712 1999, 6).

Rakennuksen seinänvieruksille kerääntyvän veden aiheuttamaa rasitetta vähennetään ohjaamalla pintavedet rakennuksesta pois päin korjaten pihan kallistuksia vähintään kolmen metrin matkalta minimissään kaltevuuteen 1:20. Lisäksi sadevedet johdatetaan sadevesiviemäreiden, avo-ojien tai kourujen avulla kauemmas rakennuksen viereltä.

Rakennuksen seinänvieressä sijaitsevat istutukset on syytä siirtää kauemmas ja pinta-kerros 300 mm leveydeltä tehdä mukulakivistä tai sepelistä. Kuviossa 27 havainnollistetaan alapohjarakenteiden kosteusteknistä toimivuutta parantavia korjaustoimenpiteitä sekä maanvaraisenlattian uusiminen ja maanpaineseinien ulkopuolinen eristäminen. (RT 80-10712 1999, 6.)



KUVIO 27. Alapohjarakenteiden kosteusteknistä toimintaa parantavia korjaustoimenpiteitä (muokattu RT 80-10712 1996, 5).

16 ENERGIA TEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

Ympäristöministeriön vuonna 2013 antama asetus velvoittaa toteuttamaan toimenpiteitä asuinkerrostalon energiatehokkuuden parantamiseksi, kun rakennuksessa tehdään rakennus- tai toimenpideluvan varaisia korjaus- tai muutostöitä. Ympäristöministeriön asetus antaa energiatehokkuuden parantamiseksi kolme seuraavaa vaihtoehtoa;

1. vaipparakenteet korjataan täyttäen rakennusosakohtaiset vaatimukset
2. rakennuksen energiankulutusta pienennetään
3. rakennuksen kokonaisenergiankulutusta (E-lukua) pienennetään.

Lupahakemuksen yhteydessä vaadittavissa suunnitelmissa on esitettävä ne toimenpiteet, joiden tarkoituksena on parantaa rakennuksen energiatehokkuutta. (A4/2013, 1 - 3.)

Mikäli vaipparakenteiden korjaustoimenpiteiden yhteydessä energiatehokkuuden parantamiseksi tarkoitetut toimenpiteet suunnitellaan ja toteutetaan rakennusosakohtaisesti, on korjatun rakenneosan täytettävä sille asetuksessa määräytyt vaatimukset. Asetuksessa ulkoseinä- ja yläpohjarakenteiden uuden U-arvon vaatimukseksi on asetettu vähintään puolet alkuperäisestä U-arvosta. Enimmillään uuden U-arvon tulee kuitenkin ulkoseinärakenteissa olla $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ja yläpohjarakenteissa $0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Alapohjarakenteille tai vanhoille ikkuna- ja ovirakenteille ei ole asetettu tarkkaa vaatimusta, mutta rakenteiden energiatehokkuutta on parannettava mahdollisuuksien mukaan. Mikäli rakennukseen uusitaan ikkuna- tai ovirakenteita, on uusien ikkunoiden ja ovien U-arvon oltava vähintään $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. (A4/2013, 2.)

Rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen voidaan toteuttaa myös rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa energiankulutusta tai kokonaisenergiankulutusta (E-lukua) pienentämällä. Energiatehokkuuden parantamiseksi toteutettujen toimenpiteiden jälkeen asuinkerrostalon energiankulutuksen tulee olla $130 \text{ kWh}/\text{m}^2$ tai alle sekä uusi E-luku vähintään 25 % pienempi verrattuna vanhaan E-lukuun. (A4/2013, 3.)

17 YHTEENVETO

1960-luvun lopulla alkaneen maalta keskuksiin suuntaavan muuttoaallon myötä asuinrakentamisen laadulliset tavoitteet kärsivät määrällisten tavoitteiden noustessa tärkeämmäksi. Kerrostaloja ei suunniteltu kestävästi vuosisatojen ajan ja käyttöikäsi laskettiin monissa tapauksissa vain 30 vuotta. Asuinrakentamisen suurten huippuvuosien jälkeen 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun aikana laadulliset tavoitteet nousivat määrällisten tavoitteiden rinnalle ja rakenteiden kestävyys ruvettiin kiinnittämään enemmän huomiota. 1990-luvulta lähtien rakentamisessa on yhä enemmän kiinnitetty huomiota rakennusten turvallisuuteen.

1970-luvun aikana noussut kerrostalokantamme on siis osittain jo kertaalleen saavuttanut teknisen käyttöikänsä eikä 1980-luvun rakennusten tilanne ole merkittävästi parempi. Näiden rakennusten käyttöikä on useissa tapauksissa jo pidennetty peruskorjauksien avulla, ja loputkin rakennukset alkavat nyt viimeistään kaivata kipeästi kattavia peruskorjaustoimenpiteitä. Hurjimmista tapauksista ei peruskorjaus enää ole kannattavaa rakennuksen pelastamiseksi, jolloin purkaminen on taloudellisesti järkevämpi vaihtoehto. Suomalaisilla asuinkerrostaloilla on kuitenkin hyvinkin korkea arvo ja ihmisillä on suuria summia sijoitettuna vanhoihinkin asuntoihin. On siis suositeltavaa toteuttaa korjaustoimenpiteet ajoissa, ja pyrkiä säilyttämään rakenteiden kestävyys.

Erityisesti 1970 – 1980 -luvuilla rakennetun kerrostalokantaman julkisivurakenteiden ulkokuoret ja eristeet sekä ikkunat ja ovet ovat useissa tapauksissa parhaat päivänsä nähneitä. Tuon ajan ikkunoissa ja ovissa ongelmia aiheuttavat pääasiassa puutteet äänen- ja lämmöneristyksessä. Ulkokuoren betonissa pakkasrapautuman ja korroosion aiheuttamat vauriot voivat olla jo pitkälle edenneitä, ja tilanteen parantamiseksi tarvitaan massiivisia korjaustoimenpiteitä kuten ulkokuoren uusiminen purkaen vanha kuori alta pois.

1970 – 1980 -luvuilla kattomuotona suosituissa tasakatoissa on myös omat ongelman-
sa. Tasakatoissa kosteus- ja mikrobivaurioita aiheuttavat pääasiassa puutteelliset kato-
tokaivot ja kallistukset sekä puutteet eristetilan tuuletuksessa. Näiden tekijöiden vai-

kutuksesta huopakate vaurioituu ja päästää kosteutta alleen. Pahimmissa tapauksissa vauriot voivat olla huomaamattomasti suojakerroksen, singelin, alla hyvinkin pitkälle edenneitä, ja ongelmat havaitaan vasta veden valuessa sisälle asti.

Kosteuden aiheuttamia mikrobivaurioita tavataan myös alapohjarakenteissa, kun veden ja kosteuden torjunnassa on tapahtunut työvirheitä tai vaurioita. Usein pihan kallostukset on ohjattu rakenteisiin päin ja/tai salaojat on asennettu väärään korkoon.

1990-luvun asuinkerrostalokantamme on vielä suhteellisen nuorta, ja tuon ajan rakenteet ovat kestävämpiä kuin 1970 – 1980 -luvulla. Suuret peruskorjaustoimenpiteet eivät 1990-luvulla rakennetuissa kerrostaloissa välttämättä vielä ole ajankohtaisia, mutta puutteita, työvirheitä tai vaurioita voi löytyä myös uudemmasta rakennuskannastamme. Rakenteiden kunnon seuraaminen ja huoltokorjaukset ovat erittäin tärkeitä, jotta voidaan tavoittaa vähintäänkin näiden rakennusten ja rakennusosien suunniteltu tekninen käyttöikä.

1970 – 1990 -lukujen aikana rakennetuista asuinkerrostaloista on hyvinkin vähän tutkimustietoa, ja kirjallisuus keskittyy pääasiassa tuon ajan rakentamiseen. Vaipparakenteiden korjaustoimenpiteistä on kuitenkin tarjolla melko kattavasti materiaalia.

Vaipparakenteiden korjaamiseksi on olemassa useita eriasteisia toimenpiteitä, jotka soveltuvat erilaisiin tilanteisiin. Rakenteet voidaan korjata vaurion laajuudesta ja vaikutuksesta riippuen joko paikallisin korjauksin tai uusien rakenteita laajalta alueelta. Rakenteiden korjaustarvetta voidaan arvioida rakenteiden silmämääräisesti nähtävien vaurioiden tai rakennusteknisen iän perusteella, mutta aina ennen korjaussuunnittelun aloitusta on suositeltavaa suorittaa rakenteille kuntotutkimus. Näin saadaan kattavat ja perusteelliset lähtötiedot korjaussuunnittelun tueksi.

Kuntotutkimuksen tuloksissa esitetään kohteen rakenteissa esiintyvien vaurioiden tilanne, eteneminen sekä vaurioiden vaikutukset rakenteen ja rakennekokonaisuuksien toimivuuteen ja turvallisuuteen. Näiden tulosten perusteella voidaan muodostaa selkeitä johtopäätöksiä vaurioiden korjaustarpeista ja valita tilanteeseen ja kohteeseen parhaiten sopiva korjaustoimenpide.

Korjaustoimenpiteitä suunniteltaessa on kiinnitettävä huomiota ympäristölle ja terveydelle vaarallisten aineiden olemassa oloon, kuten asbestiin. Erityisesti 1970 – 1980-luvuilla rakennetuissa kohteissa on suoritettava asbestikartoitus ennen purkutyön aloitusta, mikäli asbestipitoista materiaalia epäillään rakenteissa olevan.

Jotta voidaan saavuttaa kestävä vaipparakenteet ja käyttöiän piteneminen, on rakenteiden hoito- ja huoltojaksot toteuttava oikeaoppisesti sekä tarvittavat korjaustoimenpiteet onnistuneesti. Onnistuneen korjaustoimenpiteen takaavat perusteellinen lähtötietojen selvittäminen, oikean korjausmenetelmän valinta sekä laadukkaasti toteutettu työ.

LÄHTEET

A4/2013. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Pdf-dokumentti.

Betonijulkisivun kuntotutkimus 2013 by42. 2013. Suomen Betoniyhdistys.

Haukijärvi M., Hekkanen M., Lahdensivu J., Mattila J. 2009. JUKO – Julkisivujen korjausopas 2009. Helsinki: Julkisivuyhdistys Ry.

Kosteusmittaukset. 2008. Sisäilmayhdistyksen verkkosivut. Viitattu 6.3.2014. [Http://www.sisailmayhdistys.fi](http://www.sisailmayhdistys.fi), terveelliset tilat – tietojärjestelmä, ongelmien tutkiminen, rakennustekniset tutkimukset, kosteusmittaukset.

Liitokset. Viitattu 2.4.2014. Betonielementtirakentamisen verkkosivut. <http://www.elementtisuunnittelu.fi>, Julkisivut, Liitokset ja saumat.

Neuvonen P. 2006. Kerrostalot 1880 – 2000. Rakennustieto Oy.

Peruseriaatteet. 2008. Sisäilmayhdistyksen verkkosivut. Viitattu 6.3.2014. [Http://www.sisailmayhdistys.fi](http://www.sisailmayhdistys.fi), terveelliset tilat – tietojärjestelmä, ongelmien tutkiminen, peruseriaatteet.

Perustus ja alapohja. 2008. Sisäilmayhdistyksen verkkosivut. Viitattu 6.3.2014. [Http://www.sisailmayhdistys.fi](http://www.sisailmayhdistys.fi), terveelliset tilat – tietojärjestelmä, kosteusvauriot, kosteusvaurioituminen, perustus ja alapohja.

Rakenteiden avaukset. 2008. Sisäilmayhdistyksen verkkosivut. Viitattu 6.3.2014. [Http://www.sisailmayhdistys.fi](http://www.sisailmayhdistys.fi), terveelliset tilat – tietojärjestelmä, ongelmien tutkiminen, rakennustekniset tutkimukset, rakenteiden avaukset.

Ratu F31-0343. 2009. Ulkoseinän eristerappaus. Viitattu 5.1.2014. [Https://www.rakennustieto.fi/index.html](https://www.rakennustieto.fi/index.html).

Ratu F31-0346. 2009. Ulkoseinän verhoilu pienelementeillä. Viitattu 20.1.2014. [Https://www.rakennustieto.fi/index.html](https://www.rakennustieto.fi/index.html).

Ratu F32-0349. 2009. Puiikkunoiden kunnostaminen ja maalauskorjaus. Viitattu 2.2.2014. [Https://www.rakennustieto.fi/index.html](https://www.rakennustieto.fi/index.html).

Ratu F32-0350. 2009. Ikkunan purku ja uusiminen. Viitattu 10.2.2014. [Https://www.rakennustieto.fi/index.html](https://www.rakennustieto.fi/index.html).

Ratu F31-0359. 2010. Betoniulkoseinän korjaus. Viitattu 20.12.2013. [Https://www.rakennustieto.fi/index.html](https://www.rakennustieto.fi/index.html).

Ratu F31-0360. 2010. Sandwich-elementin ulkokuoren purku ja uudelleen verhoilu kivellä. Viitattu 12.1.2014. [Https://www.rakennustieto.fi/index.html](https://www.rakennustieto.fi/index.html).

Ratu F41-0352. 2009. Peltikaton purku ja uusiminen tai kunnostaminen. Viitattu 25.2.2014. <https://www.rakennustieto.fi/index.html>.

RT 08-10521. 1993. Asbesti, asbestikartoitus ja siitä aiheutuvat toimenpiteet. Viitattu 28.11.2013. <https://www.rakennustieto.fi/index.html>.

RT 18-10922. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajakset. Viitattu 15.11.2013. <https://www.rakennustieto.fi/index.html>.

RT 41-10726. 2000. Puuikkunat. Viitattu 2.2.2014. <https://www.rakennustieto.fi/index.html>.

RT 80-10712. 1999. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot. Viitattu 2.3.2014. <https://www.rakennustieto.fi/index.html>.

RT 82-10614. 1996. Julkisivun uudelleen verhoaminen. Viitattu 25.1.2014. <https://www.rakennustieto.fi/index.html>.

RT 85-10738. 2000. Vesikaton korjaus. Viitattu 18.2.2014. <https://www.rakennustieto.fi/index.html>.